الموسوعة الصغيرة

٢

فلسفة الفيزياء

د. محمد عبد اللطيف مطلب

الموسوعة الصغيرة
٢

فلسفة الفيزياء

د . محمد عبداللطيف مطلب

ايلول ١٩٧٧
منشورات وزارة الاعلام ـ الجمهورية العراقية
بغداد

مقدمـــة

تختفي العلاقة بين الفلسفة والفيزياء ـ وعلوم الطبيعة عموما ـ عن الكثيرين من طلاب هذه العلوم والمشتغلين فيها . وليس من النادر ان تعتبر الفلسفة ترفا فكريا . او انشغالا غير منتج ولا لزوم له .

وقد استهدف الكتاب ايضاح العلاقة بين الفيزياء والفلسفة . وبحث المسائل الفلسفية المتصلة بالفيزياء . لا سيما تلك المسائل التي اثارتها الفيزياء الحديثة . وهو ان تعقبها بتجاوز في مداه حدود الفيزياء .

ويجب القول اننا لا نستطيع ان نعتبر البحث الفلسفي الذي في العديد من هذه المسائل منتهيا ، بل ان هذه تتطلب مواصلة البحث . كمسألة الحتمية وعلاقتها بعوالم اللاحتمالية . ومسألة اللانهائية في الفيزياء والكوسمولوجيا والرياضيات والفلسفة . ولا شك ان النقاش حولها سيساعد على التقرب من حلولها الفلسفية .

وأمنى أن يتاح لى الفرصة لتوسيع الكتاب ، واضافة بعض فصوله ـ فيما بعد ـ الى اخرى . وسأكون شاكرا لكل من يبدى لى ملاحظاته وانتقاداته حوله .

عسى أن يساهم الكتاب في بث المعرفة العلمية في اوساط شبابنا النبيل .

بغداد ـ ١٩٧٧/٦/٢٢ .

محمد عبداللطيف مطلب
قسم الفيزياء/كلية العلوم
جامعة بغداد

الفصل الاول

الفيزياء والفلسفة

علاقة الفلسفة بالفيزياء والعلوم الطبيعية الاخرى

كانت الفلسفة في العصور القديمة والوسطى تفترض في الفيلسوف الاحاطة بالكثير من معارف عصره من علوم الطبيعة والرياضيات والطب واللغة والتاريخ وغيرها . هذا اضافة الى النظرة الشاملة عن العالم . بحيث كان الفيلسوف دائرة معارف عصره . واسماء كارسطو والكندي والفارابي وابن سينا وابن رشد ودافنشي امثلة ساطعة على ذلك .

لقد احتوت النظرات التي قدمتها « فلسفة الطبيعة » القديمة عن العالم على عدد من الاراء العبقرية التي كان لها تاثير كبير على تطور العلم ، والتي اثبت العلم الحديث صحتها : كالنظرية الذرية ومبدا حفظ المادة وفكرة التطور ولا نهائية العالم . الا ان كل ذلك لم يكن بعدد نطاق التاملات والتخمينات التي هي ، رغم صوابها ، لم تستند على الفحص التجريبي والدراسة المفصلة لظواهر الطبيعة الجزئية .

غير ان تقدم الانتاج منذ عصر النهضة ،

وحاجته الى العلم والتكنيك المعتمدين على التجربة ادى الى نشوء العلوم الاختصاصية وتفاعلها بدورها مع الانتاج وتطورها . وبانتالي انفصالها الواحد تلو الاخر عن امه الفلسفة واستخدام كل منها طرائق خاصه به في البحث .

ان التطور العاصف في العلوم ــ ولا سيما الطبيعية والتكنيكية منها ــ منذ بداية القرن العشرين حتى الان اجبر كلا من هذه العلوم الى الانقسام بدوره الى فروع اختصاصيه اضيق . وان المرء ليتكلم الان عن « انفجار » في المعلومات . كناية عن التوسع السريع في العلم . ولا ضروره ان نتطرق هنا الى نشوء علوم جديدة لم يكن لها وجود في السابق . او انها نشأت من اتحاد علمين او اكثر كالسيبرنتك وعلم الفضاء الكوني والفيزياء الفلكية والفلسفة العلميه .

والان ينشأ السؤال التالي : ماذا بقي للفلسفة الان بعد ان انسلخت عنها كل هذه العلوم ؟ اليس من الاصوب ان نترك الفلسفة جانبا وندع كل مشكلة يحلها العلم الاختصاصي الذي تنتمي اليه ؟

الجواب على هذا السؤال يحدد الواجب الملقى على عاتق الفلسفة . وهذا بدوره يحدد : **موضوع الفلسفة .**

واجب الفلسفة هو ان تزودنا بنظره علميه عامة موحده عن الكون . وبتوجيه علمي للتحولات الاجتماعية والتكنيكية في عصرنا يكون دليلا لنشاطنا العلمي والعملي .

بهذا المعنى لا يمكن الاستعاضة عن الفلسفة بأي علم اختصاصي اخر ولا بمجموع العلوم الاختصاصية . فكل علم اختصاصي يزودنا بمعلومات تفصيلية « جزئية » فيفة نسبيا عن مجال اختصاصه ولكن مجموع هذه المعلومات التفصيلية « مجموع الاجزاء » لا يعطينا النظرة العامة الموحدة التي نبتغيها عن العالم . وهذا هو بالذات ما تقوم به الفلسفة .

ان الفلسفة النظرية علم خاص بجانب العلوم الاختصاصية . ولها مع هذه العلوم هدف مشترك هو : معرفة العالم المادي بتعدد اشكاله . وتعقيداته ، وانعكاس كل ذلك في الفكر . والفلسفة تأخذ من العلوم الاختصاصية نتائجها . ثم تعمم هذه النتائج لكي تستنتج منها قوانين العالم العامة . وهو ما لا يفعله اي علم اختصاصي بمفرده . وبهذا تزود الفلسفة العلوم الاختصاصية بالقاعدة الفكرية التي تستند عليها : النظرة الصحيحة للعالم .

فاذا عرفنا ان واجب الفلسفة العلمية اكتشاف

القوانين العامة التي تسير عليها الطبيعة والمجتمع والفكر . وان هذا الواجب لا يمكن القيام به الا بتعميم اكتشافات العلوم الاختصاصية . بحيث من الواضح ان مجرد التمرس في الطبيعة والمجتمع او الاعتماد على الخبرة الشخصية اليومية لا يمكن ان يوصل المرء الى نتائج فلسفية يمكن الركون اليها . لان الخبرة الشخصية اليومية في الاغلب ضيقة وحيدة الطرف . ان الفلسفة يجب ان تعتمد على العلم في تعميماتها . اي على نتائج العلوم الاختصاصية .

واذا كانت الفلسفة العلمية تعنى بالقوانين العامة وتعتمد في بحثها على العلوم الاختصاصية . فهي لا يمكن ان تحل محل هذه العلوم . وهي لا تقدم حلا جاهزا للمسائل التي تدرسها هذه . فليس من اختصاص الفلسفة وليس من واجبها ان تكتشف قانونا فيزيائيا مثلا او معادلة كيميائية . فهذا واجب الفيزيائي والكيميائي .

للمحلل العلمي للمسائل الفلسفية التي تثيرها الفيزياء الحديثة اهمية كبيرة للفلسفة والفيزياء على السواء . فالفلسفة العلمية تساهم في توضيح وتعميق المفاهيم الفيزيائية . ومن الناحية الثانية تغني الفيزياء والعلوم الطبيعية الاخرى باكتشافاتها الفلسفة . وبهذه الوسيلة تدقق الفلسفة تعميماتها

او تبين ان بعض الموضوعات القديمة لم تعد صحيحة ويلزم صياغة تعميمات جديدة .

وهنا يجب ان نراعي الصلة بين الفلسفة والفيزياء والعلوم الاختصاصية عامة . والتعميم . فبدون ان تستند الفلسفة على نتائج بحوث العلوم الاختصاصية وانجازاتها تبقى تعميماتها مقولات لا يركن اليها .

في حالة العلاقة بين الفيزياء والفلسفة لا يدور البحث حول اولوية الفيزياء او الفلسفة . بل حول التحليل المتبادل بينهما . كتعميم النظريات الفيزيائية وتدقيق المقولات الفلسفية واستخدام الفلسفة لتفسير النتائج الفيزيائية . اي ان المسألة مسألة تفاعل مثمر بين الجانبين .

ليس من المستغرب وضع نظرية فيزيائية عن طريق التفكير الفلسفي وحده . فالنظريات الفيزيائية يجب ان تستند قبل كل شيء على الحقائق التجريبية .

وليس من واجب الفلسفة اصدار احكام عن الاتجاهات الجديدة في تطور الفيزياء . قبولها او رفضها . بل ان من واجبها تعميم الخبر والاكتشافات الجديدة التي تكسبها الفيزياء والعلوم عموما .

لقد تعرض بعض الفلاسفة مثلا الى نظرية النسبية لاينشتين . وانتقدوها باعتبارها . كما

تصوروا ، تستند على فلسفة وضعية ، لانهم لم يفهموا المحتوى الموضوعي لهذه النظرية كما يجب ، ولم يفرقوا بين هذا المحتوى والتفسيرات الفلسفية الخاطئة التي تلصق به .

ان الموقف الصحيح في حالة حصول تناقض بين الاكتشافات الجديدة في علم الطبيعة والمقولات الفلسفية القديمة هو : ان المقولات الفلسفية القديمة التي لم تعد تطابق الحقائق العلمية اما ان تصحح حتى تطابقها أو ان تنبذ ان لم يكن ذلك ممكنا . اما الحقائق العلمية الطبيعية فلا يمكن ان تغير حتى تطابق المقولات الفلسفية القديمة .

ان العالم معقد لدرجة كبيرة بحيث ان نظريات فيزياوية مختلفة يمكن ان تتوافق مع الفلسفة العلمية ما دامت هذه النظريات تقف على اسس مادية . وان تطور البحث العلمي الاختصاصي وحده هو الذي سيبين ايا من هذه النظريات هي الصحيحة، وان البحث الفيزياوي وحده مثلا هو الذي يقرر مدى صحة استنتاجات النظرية النسبية او النظرية الكوانتية او نظرية المجال الموحد او نظرية الكون المتسع او اية نظرية اخرى تاتي في المستقبل .

الفيزياويون المعاصرون والفلسفة :

بسبب اقتصار « فلسفة الطبيعة » في العصور القديمة والوسطى على التاملات وحدها تقريبا ،

وعدم مساهمتها للتطور الذي بدا في علوم الطبيعة منذ عصر النهضة ، وظل يتسارع خلال الثورة الصناعية وحتى الان ، نشا شعور لدى العديد من الفيزياويين وعلماء الطبيعة بعدم جدوى الفلسفة ، ودعا بعضهم الى نبذها كليا . وقد وصف هذا الوضع الفيزياوي الكبير هلمولتس في منتصف القرن التاسع عشر بقوله : « كان الفلاسفة يرمون علماء الطبيعة بضيق الافق ، وكان هؤلاء يرمون الفلاسفة بالسخف . وقد سعى علماء الطبيعة لان تكون بحوثهم خالية تماما من اي اثر فلسفي . وبالرغم من انهم علماء بارزون فقد تنكروا للفلسفة . لا لاعتقادهم بعدم فائدتها وحسب ، بل لانهم اعتبروها احلاما واوهاما ضارة »[١] .

غير ان هذا الموقف الوضعي السلبي الذي اتخذه بعض علماء الطبيعة وقتذاك ، ويتخذه البعض الان ايضا ، والداعي الى الاستغناء عن الفلسفة ، خاطىء تماما . ذلك لان كل انسان يتاثر في نشاطه العلمي والاجتماعي عموما بواحد او اكثر من الاتجاهات الفلسفية والفكرية تاثرا كثير التعقيد، سواء شعر هو بذلك ام لم يشعر . و « قد يعتقد علماء الطبيعة انهم يستطيعون ان يحرروا انفسهم من الفلسفة بتجاهلها ، او بازدرائها ، لكنهم اذ لا يستطيعون التقدم في عملهم دون تفكير ، ولهم في

التفكير قواعد خاصة ، ... ياخذونها من المحاضرات الفلسفية التي اجبروا على سماعها في الجامعات .. فليس من النادر ان يبقى هؤلاء عبيدا للفلسفة ، بل في الغالب لاسوا انواعها . وان اولئك الذين يكيلون اكثر السباب للفلسفة هم بالضبط اولئك الذين تستعبدهم اتفه البقايا لاسوا فلسفة »(٣) .

تحسن الحال نسبيا خلال القرن العشرين . وقد اشار الى ذلك اينشتاين بقوله : « في بداية القرن العشرين لم يعن الا القليل من الفيزياويين بالتفكير الفلسفي ، اما الان فقد اصبح جميع الفيزياويين تقريبا فلاسفة ، ولو ان بعضهم قد اتخذ له فلسفة رديئة كالفلسفة الوضعية المنطقية »(٣) .

وقد اكد ابرز الفيزياويين المعاصرين على اهمية النظرة الفلسفية في توجيه البحث العلمي . فقد قال ماكس بلانك بان نظرة الباحث للعالم تحدد اتجاه بحثه . وقال لويس دي بروغلي بان الانفصال الذي حصل في القرن التاسع عشر بين العلم والفلسفة اضر ضررا بالعلم والفلسفة على السواء . اما ماكس بورن فقد ذهب الى ان الفيزياء لا تحافظ على حيويتها الا حينما تدرك المعنى الفلسفي لنتائجها واساليبها .

تسمت الفيزياء الحديثة احيانا بكونها « فيزياء ثورية » وهذا النعت مصيب تماما ، لان الفيزياء

الحديثة سببت تحولات عميقة في تصوراتنا عن بنية المادة وخواصها . فصورة الطبيعة التي اتت بها الفيزياء الحديثة ، ومفاهيمها وقوانينها ، تستلزم تفسيرا فلسفيا جديدا وتعميمات فلسفية جديدة . وكثيرا ما تثير الفيزياء الحديثة مسائل فلسفية يتجاوز مداها حدود الفيزياء كالحتمية والسببية في النظرية الكوانتية ومسالة الفضاء والزمان واللانهاية في نظرية النسبية .

وقد اشار هايزنبرك الى الصعاب التي تواجه محاولة التوفيق بين المفاهيم الجديدة في الفيزياء والفلسفات القديمة فقال « يدرك المرء الصعوبة حالا حينما يحاول صقل حقائق جديدة في نظام من المفاهيم الفلسفية القديمة . او اذا استعملنا تعبيرا شعبيا قديما نقول : حينما يحاول المرء ان يصب خمرا جديدا في قرب عتيقة . فهذه المحاولات مزعجة دائما . لانها تؤدي الى الانشقاق وقضاء الوقت بترقيع الشقوق في القرب العتيقة . بدل الابتهاج والاستمتاع بالخمر الجديد »(٤) . وكتب فايتسيكر « لقد طرحت الفيزياء الحديثة مسائل فلسفية من الصعوبة ان تجد لها حلا شافيا ضمن الانظمة الفلسفية المعروفة . القديمة منها والراهنة »(٥) .

ان اهتمام كبار الفيزياويين بالفلسفة ، ومحاولتهم استنتاج التعميمات الفلسفية من

الاكتشافات الفيزياوية امر مفيد جدا وضروري جدا .

ولكن هل من الصواب النظر الى الافكار الفلسفية التي يطرحها فيزياويون على انها صحيحة . تتمتع بنفس صحة افكارهم الفيزياوية التي تثبتها التجارب المختبرية والطبيعية لا.

في رايينا ان ذلك لا يجوز دائما وبدون تمعن ودراسة . فالافكار والتفسيرات الفلسفية التي يطرحها الفيزياويون لا تكون دائما مستنتجة بالضرورة من البحوث والاكتشافات الفيزياوية ، ولا تملليها هذه الاكتشافات . بل يكون الفيزياوي فيها متاثرا بهذه او تلك من الفلسفات والاتجاهات الفكرية السائدة في عصره والمجتمع الذي يعيش فيه . وهذا مما ادى الى ان يتخذ العديد من الفيزياويين اراء فلسفية متضاربة في تفسير نفس النظرية الفيزياوية. فمن الفيزياويين من ذهب في تفسيره للميكانيك الكوانتي الى انكار السببية في العالم الصغير . واعتبار الاحداث فيه تجرى بصورة عشوائية . ومنهم من لم ينكر السببية فيه ، واعتبر تكسران السببية نبذا للعلم والنظرة العلمية للعالم .

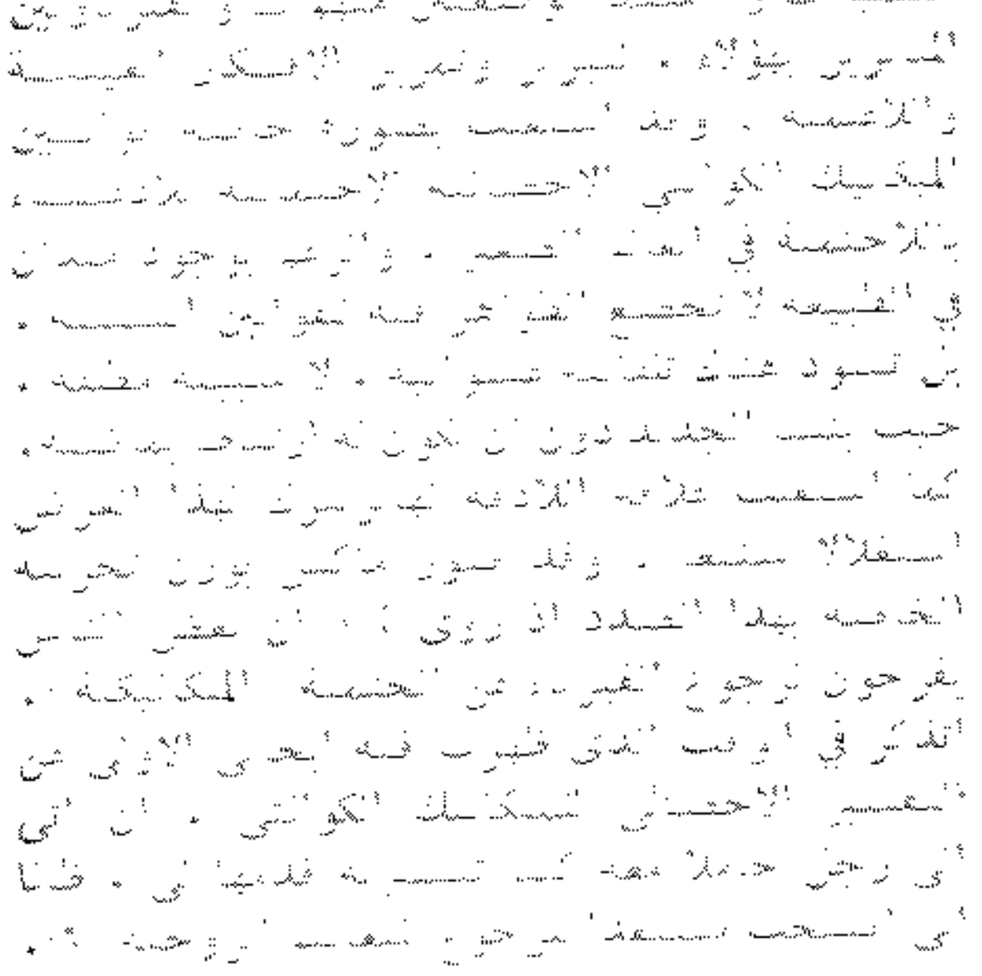
ان تكران هايزنبرك وبوردان للسببية في العالم الصغير وتاثرهما العميق بالفلسفة الوضعية ، ومقولة اينشتاين ان النظريات الفيزياوية ابداع

حر لعقل الانسان . كلها امثلة على ذلك ، وهي تؤكد قولنا ان هذه الاراء الفلسفية لا تمثل دائما وبالضرورة تعميمات لاكتشافاتهم الفيزياوية .

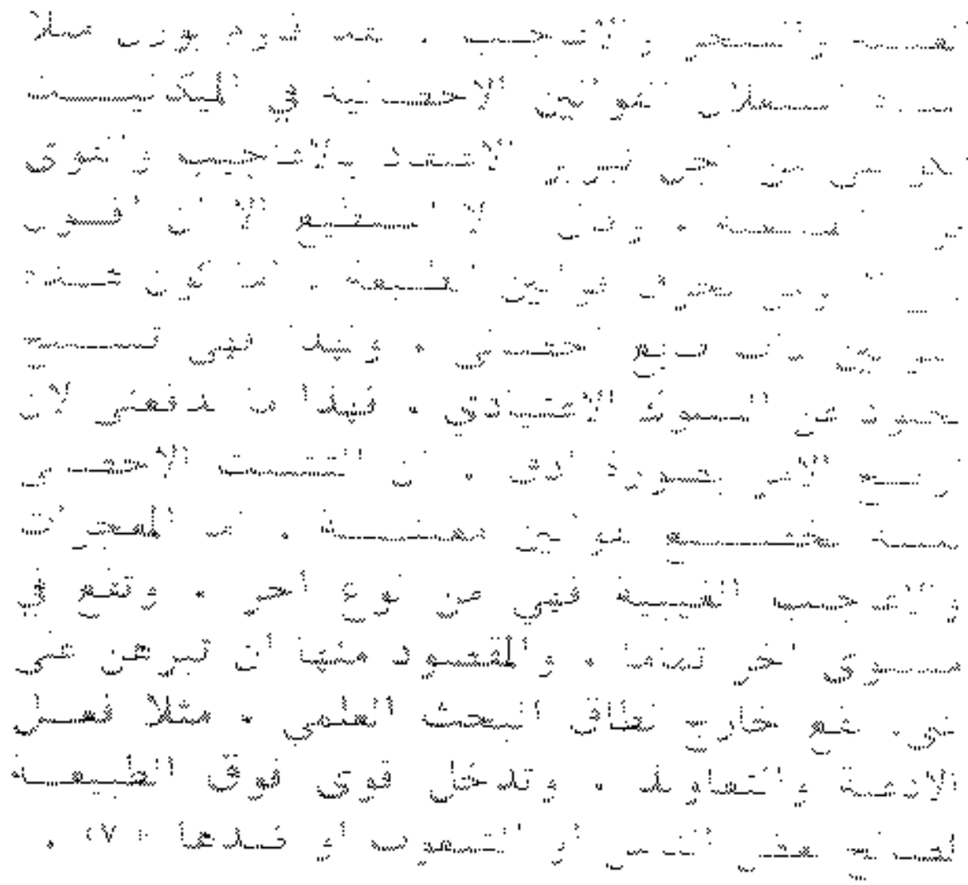
ان قولنا هذا لا ينال من القيمة العلمية لاي واحد من علماء الطبيعة في شيء . اننا نجل جميع العلماء اجلالا عظيما . فكل واحد منهم منذ العصور القديمة حتى الان . من ارخميدس وابن الهيثم ، فغاليليو ونيوتن ، حتى اينشتاين وهايزنبرك ، قد ساهم مساهمة لا تقدر بثمن في ايصال العلم الى مستواه الحالي . وبدون جهودهم تلك لم يكن بالامكان الكلام عما نسميه اليوم بالنظرة العلمية للعالم .

ان عالم الطبيعة في بحثه العلمي الطبيعي لابد وان تسيطر عليه ذهنية مادية ، تلقائية ، يستوجبها البحث الطبيعي نفسه . غير ان هذه المادية التلقائية لا تعني ان للعالم فلسفة مادية في جميع المسائل وفي كل ما يطرح من افكار .

وقد ساهم العديد من علماء الطبيعة ، وفي كثير من الاحيان بدفع من هذه المادية التلقائية ، في دعم المادية الفلسفية (اينشتاين . ماكس بورن) دون ان يقصدوا هم ذلك . كما شهد تاريخ حياة البعض منهم انتقالا من مواقع فلسفية مثالية الى مواقع مادية في بعض الاحيان (هايزنبرك) .



ان الموقف الحالي للعراق من قضية الوحدة ، الذي اتخذه العديد من القيادات ، ساهم مساهمة كبيرة في مقاومة هذا الاتجاه الشعبي الظلامي والتغلب عليه . وهو يعبر في نفس الوقت استجابة التوفيق بين طلب الطبيعة والمستقبل



الفصل الثاني

المادة في الفيزياء والفلسفة

تطور مفهوم المادة

كانت المادة تعرف حتى زمن ليس بالبعيد بانها « كل شيء يشغل حيزا من الفراغ وله وزن » ، او انها كل شيء « ثقيل ، قصوري ، صلد لا يخترق بملء حيزا من الفضاء » . ومن الواضح ان تطور الفيزياء ولا سيما في القرن العشرين أبان ان هذا التضييق لمفهوم المادة ليس له ما يبرره ، وهو احد المعالم الرئيسية للمادية الميكانيكية التي كانت ، بسبب مستوى العلم حينذاك ، تساوي بين المادة واحد اشكالها. وربما كان من المفيد ان نأتي بصياغة نيوتن لهذه المسألة ، اذ كتب عام ١٧٠٤ في كتابه « البصريات » : « يبدو ان الاله قد خلق المادة في البدء بهيئة دقائق صلبة ، متماسكة ، ثقيلة ، متحركة ، لا تخترق ، بحجوم واشكال وصفات تناسب الغايات التي خلقت لها ، وان هذه الدقائق الاولية هي لصلابتها اقوى بما لا يقاس من اية مادة مسامية مصنوعة منها ، وقوية بحيث انها لا تبلى ولا تتهشم ، وليست هناك قوة اعتيادية تستطيع تجزئة ما خلقه الاله في البدء واحدا»(١) . ومن الجلي ان هذه الاراء تمثل احياءا للمذهب الذري اليوناني .

بدأت الصورة الميكانيكية الضيقة للمادة بالتصدع منذ النصف الثاني من القرن التاسع عشر، بتطور علم الكهربائية ، حيث دخل « المجال » الى جانب المادة (الميكانيكية) في تفسير ظواهر الطبيعة . ولكن رغم هذا التطور ، والتطور الذي لحقه في القرن العشرين في الفيزياء الحديثة ، بقي مفهوم « المادة » كما يستعمل في الفيزياء حتى اليوم في الغالب نفس المفهوم الميكانيكي القاصر الذي ذكرناه .

ان مفهوم المادة تعميم فلسفي عن خبرتنا عن الواقع الموضوعي ، ولا يرتبط بشكل معين للمادة او بنية معينة لها ، اذ ان البحث في بنية المادة وخصائصها الفيزياوية والكيمياوية وغيرها هو من واجب العلوم الاختصاصية . غير ان مفهوم المادة الفلسفي لا ينفصل عن المعارف العلمية الطبيعية حول بنية المادة وخواصها ، بل يرتبط بها ارتباطا وثيقا ، وان الفصل بينهما يعني فصل الفلسفة العلمية عن العلوم الاختصاصية . وان نتائج بحوث العلوم الاختصاصية يجب ان تكون القاعدة التي تستند اليها التعميمات الفلسفية .

تطور مفهوم المادة بتطور معرفة الانسان عن محيطه على مر العصور .

فلم يكن مفهوم المادة متبلورا لدى فلاسفة

الصين والهند القدماء . الا انهم كانوا يميلون الى الاعتقاد بوجود الاشياء والظواهر في الطبيعة وجودا موضوعيا مستقلا عن الانسان ، وكانت هذه تتالف عندهم من عناصر قليلة (التراب ، الماء ، الهواء ، النار ، المعدن ، الخشب .....) .

وحاول الفلاسفة الاغريق القدماء (القرن السادس قبل الميلاد) ارجاع الانواع المتعددة للاجسام الى عنصر اساسي واحد .

وفي المذهب الذري الذي اقامه لوكيب وديمقريط وطوره ابيقور ولوكريشس اصبح العنصر الاساسي دقائق مادية صغيرة جدا غير قابلة للتجزئة (الذرات) تختلف عن بعضها في الشكل والترتيب والمكان ، وهي ، بسبب عددها اللانهائي وارتباطاتها المختلفة فيما بينها ، تؤلف عددا لا يحصى من الاشياء والعوالم .

وكانت المادة عند ارسطو هي الاصل او الجوهر الذي تتكون منه جميع الاشياء ، ولا تحوز على صفات ، بل هي امكانية تتحقق خلال اتحادها بالصورة (الشكل) . وهي قصورية سلبية تحوز على صفاتها خلال الصورة ، وهي التي تبقى بعد تبدل الصفات .

كانت المحاولة الاولى للتغلب على ثنائية

ارسطو ، المادة والصورة ، المادة والحركة ، هي التي قام بها ابيقور حيث ذهب الى ان الذرات متحركة بنفسها .

وقد اخذت الفلسفة المدرسية (السكولاستيكية) في اوربا في العصور الوسطى فكرة ارسطو عن المادة باعتبارها مجرد امكانية للوجود ، وحورتها لتلائم الاغراض الكنسية ، وذهب ابن رشد الى ان الحركة كامكانية موجودة بالمادة نفسها ، وانها ازلية ابدية كالمادة لا يمكن افناؤها ، اما دانس سكوت فقد ذهب ابعد من ذلك قائلا ان الاله منح المادة قابلية التفكير .

يرتبط تطور مفهوم المادة بتطور العلوم الاختصاصية ، لا سيما الطبيعية منها ، وانفصالها التدريجي عن الفلسفة . ففي بداية العصور الحديثة عارض برونو وغاليليو وغيرهما ، الفلسفة السكولاستيكية معارضة واعية ، ودافعوا عن المذهب الذري . وذهب برونو الى ان المادة هي جوهر الحقيقة ، وانه يجب التمييز بين مفهوم المادة وانواعها المحسوسة .

اما بيكون فقد عارض فكرة ارسطو في انفصال المادة عن الصورة (الشكل) ودافع عن النظرية الذرية ، وذهب الى ان المادة والصورة والحركة تؤلف وحدة واحدة ، وان الحركة اهم صفات

الذرة ، وتحوز المادة على صفات متعددة ، كصفة وزنية ، لا تتغير .

وقد طور ديكارت في فلسفته مبدءا ثنائيا ، حيث ذهب الى ان العالم يتألف من جوهر مادي وآخر روحي ، وان اهم ميزة للمادة هي الامتداد ، وان المادة الممتدة تحوز على امكانية لا نهائية للانقسام ، وذهب الى ان حركة المادة هي تغيير المكان فقط ، تنتج من الفعل المتبادل ، الدفع والاصطدام بين الاجسام .

اما هوبز فقد انتقد ثنائية ديكارت ، وذهب الى ان التفكير لا ينفصل عن المادة المفكرة ، وان هناك جوهرا ماديا موحدا هو مصدر افكارنا وتصوراتنا ، وهو مستقل عن هذه الافكار . الا ان هوبز كان يساوي بين المادة والاجسام التي من صفاتها الامتداد ، بدون الحركة .

وذهب كاسندي الى ان المادة لا تفنى ولا تحلل ، واستنتج من هذا ان المادة لا يمكن ان تجزأ الى ما لا نهاية ، وعاد الى الفكرة الذرية ، ودافع عنها ورفض الفصل بين المادة والحركة ، وذهب الى ان المادة بهيئة الذرات تتحرك بذاتها .

واما سبينوزا فكان ينطلق في تفكيره من وجود جوهر مادي موحد ، لانهائي ، أزلي ، قائم بذاته ،

مستقل عن وعي الانسان ، وهو علة نفسه ، ولا يفنى ولا يخلق . اما الفكر فليس له جوهر مستقل ، بل هو احد خواص المادة الى جانب الامتداد ، واما الحركة فهي ليست خاصية ملازمة للمادة ، بل تاتي من عوامل خارجية .

ارال لا يميز الفصل بين المادة والحركة ولكن على اساس مثالي . وكانت الموناذات عنده ذرات روحية تتحرك بلا انقطاع ، اما المادة فكانت الجهة الاخرى من الروح .

واعطى الماديون الفرنسيون في القرن الثامن عشر (هولباخ ، هلفيتيوس) صفة حسية للمادة . فالمادة عندهم هي كل ما يؤثر على حواسنا . ومفهوم المادة هذا ابعد مدى من مفهوم الجوهر لدى ماديي القرنين السادس عشر والسابع عشر . الا ان مفهوم المادة بقي متاثرا بالميكانيك . وتبعا لمستوى العلم في ذلك العصر كان الماديون الفرنسيون يساوون بين المادة والصفت الذي كانوا يعتبرونه ذريا في تركيبه .

والصفت Substance, Stoff هو المادة الثقالية التي نصفها اليوم بان لها كتلة سكونية rest mass . ونحن نعرف الان ان الصفت ليس الشكل الوحيد لظهور المادة ، وان الدقائق الصفتية المتضادة (الالكترونات والبوزترونات مثلا)

تتحول باتحادها مع بعضها في عملية «الافناء الزوجي» الى اشعاع ليس له كتلة سكونية :

$$e^- + e^+ \longrightarrow 2\gamma$$

كما انها يمكن ان تتولد في ظروف معينة من الاشعاع ذي الطاقة العالية الكافية في عملية « التولد الزوجي » :

$$\gamma \longrightarrow e^- + e^+$$

ونعرف الان ايضا ان هذه الدقائق تتمتع بخواص موجية اضافة الى خواصها الدقائقية الصفتية .

كان فويرباخ ايضا يفهم من المادة نوعها الصفتي ولم يتمكن من تقديم تعريف شامل لهذا المفهوم . غير انه دافع عن وجود الطبيعة وجودا موضوعيا مستقلا من الانسان ، وعن اولوية المادة بالنسبة للوعي .

اما المادية الجدلية فتذهب الى ان الصفة العامة التي تحوزها جميع الاشياء والظواهر المادية هي كونها واقعا موضوعيا يوجد خارج وعينا . فالمادة هي الواقع الموضوعي الذي يوجد خارج وعي الانسان ومستقلا عنه . وينتج من هذا ان مفهوم المادة الفلسفي لا يرتبط بشكل معين من اشكال وجودها المحسوسة ، وان المادة تؤلف الواقع

الموضوعي الوحيد ، وانه لا يوجد خارج وعينا الا شيئا وظواهر ذات طبيعة مادية . والمادة هنا لا توجد ك « جوهر » مستقل ، جامد ميتافيزيقي ، بل توجد باشكال متعددة تختلف عن بعضها نوعيا في درجة تطورها . ولذلك لا توجد مادة لذاتها مستقلة عن الاشياء والظواهر المادية .

ترتبط بمفهوم المادة الفلسفي هذا مسألتان : الاولى عن اصل معرفتنا ، وتجيب عليها المادية الجدلية ، بأن مصدر معرفتنا هو الواقع الموضوعي الذي يوجد خارج وعينا ومستقلا عنه ، ويمكننا معرفته . غير ان هذا القول لا يجيب على سؤال كيف تجري المعرفة ؟ فهذه مهمة معقدة تنتظر الحل . اما المسألة الثانية فهي عن بنية المادة وخواصها ، وتجيب عليها العلوم الاختصاصية كالفيزياء والكيمياء وغيرهما .

ترتبط جميع الاشياء والظواهر في الطبيعة ببعضها خلال ماديتها . هذه الرابطة المادية الموحدة للعالم ، وحدة العالم المادية ، هي رابطة موضوعية عالمية تمتد ، حسب مستوى العلم الراهن ، من الدقائق الاولية عبر الذرات والجزيئات الى الخلايا الحية والكائنات الحية الراقية والانسان والمجتمع .

ان الارتباط المادي العالمي الموحد لكل الاشياء

الجبال

مجالات كهرمغناطيسية . وكانت تلك خطوة جبارة في تقدم الفيزياء .

كانت فكرة المجال حتى مطلع القرن العشرين مثقلة بفكرة « حامل المجـــال » . وتبعا لتصورات القرن التاسع عشر الميكانيكية كان هذا الحامـــل وسطا ماديا . اسندت اليه خواص متناقضة لتفسير العديدمن ظواهر الطبيعة . كالقوى والامـــــواج الكهرمغناطيسيـــة . وعدم عرقلة الاجرام السماوية في حركتها . اضافة الى سكونه المطلق ــ وكان هـــذا هو الاخير . غير ان نظرية النسبية طرحت هذا الاخير ــ الحامل المادي للمجال ــ جانبا بنفيها وجود مرجع ساكن سكونا مطلقا في الكون .

حاول بعض الفيزياويين جعل المجال شـــكلا وحيدا لوجود المادة ؛ والنظر الى الدقائق والاجسام، الصفت . كتقاط عقدية للمجال . حيث تكون فيهـــا كثافة المجال عالية جدا . وقد كان اينشتاين حتى اواخر ايامه يسعى الى وضع نظرية عامة عن المجالات ترمي الى الربط بين جميع انواعها ؛ ويكون المجـــال فيها اوليا مقابل الدقائق ؛ بحيث تشتق هذه منه ، محاولا التغلب على ثنائية الدقيقة ــ المجال . غير انه لم ينجح في مسعاه . ومن الناحية الفلسفية تنســـبه هذه الفكرة فكرة ارجاع جميع انواع المادة والاجسام

في الطبيعة الى مادة اوليه واحدة . وبنفس الاتجاه كانت محاولات هايزنبرك ، ولم ينجح ايضا . وقد يكون من المفيد هنا ان نقرأ راي هايزنبرك بهـــذا الخصوص ، اذ قال في محاضرة له عام ١٩٤٨ : « من المعقول جدا ان نتمكن في المستقبل القريب من كتابة معادلة واحدة نستنبط منها خصائص المادة عموما . فاذا نجحنا في ذلك حقا . . . فسنفهم اولا وحدة المادة كلها بنفس المعنى الذي استعملناه الاغريق . فالمادة كلها تتركب من نفس الجوهر ، من الطاقـــة التي تعبر عن نفسها باشكال مختلفة »(٢) . بهـــذه الكلمات يعبر هايزنبرك عن تفاؤله العظيم في امكـــان كشف العالم وايمانه العميق بمقدرة العقل الانساني على ذلك ، كما يعبر عن ايمانه بوحدة العالم الماديـــة ولو بشكلها اليوناني القديم ، وهو يستخدم تعبيـــر « الطاقة » بمعنى المجالات التي تحمل الطاقة ؛ وهو استخدام شائع عند الفيزياويين .

في مسالة العلاقة بين مفهوم المجال ومفهـــوم المادة يقع بعض الفيزياويين والفلاسفة في خطأ جراء تشبيههم مفهوم المادة ، واختزالهم لها بحيث تعني المادة المتناقلة ، الصفت ، فقط .

ان المجال ليس بالكيان الخاص القائم بجانب المادة ؛ وليس هو باصل المادة ، بل هو شكل لظهور المادة ، لانه يوجد خارج الوعي ومستقلا عنه .

الكتلة

الكتلة خاصية عامة للمادة . تظهر بشكلين مختلفين :

أ ـ كتلة قصورية inertial (كل جسم يقاوم تغيير حركته) .

ب ـ كتلة ثقالية gravitational (كل جسم يحوز على خاصية التجاذب مع الاجسام الاخرى) .

ان تكافؤ او تساوي الكتلة القصورية مع الكتلة الثقالية ، كما تثبته التجارب ، لم يجد له تبريرا الا في نظرية النسبية العامة .

يؤدي الخلط بين مفاهيم الكتلة والصفة والمادة الى اخطاء معرفية كبيرة . فالكتلة ليست مقدار الصفة ، ولا عدد الجزيئات المحتواة في الجسم ، بل تعني ما ذكرناه من خاصية المادة .

من التعابير الخاطئة الشائعة التعبير القائل ان « الكتلة تتحول الى طاقة » . ومنشأ هذا الخطأ تفسير خاطىء لمعادلة اينشتاين $E = mc^2$ يعتمد على مساواة مفهومي « الكتلة » و « الطاقة ».

فهذه المعادلة التي اشتقت نظريا وثبتت تجريبيا تنص على ان كمية من الصفة تكافىء كمية من الطاقة وبين كتلة الصفة والطاقة علاقة كمية ثابتة . فان تحول الصفة الى اشعاع مثلا (كما في « الفناء الزوجي ») فالكتلة تبقى ثابتة محافظا عليها ، لان

لكل اشعاع كتلة $m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2}$

ويجب ان نود هنا الى ان الكتلة لا يشترط بها ان تكون سكونية بالضرورة ، ككتلة الجسم الساكن على المنضدة مثلا ، بل هناك كتلة مصاحبة لكل حركة ، تتبين من معادلة اينشتاين المذكورة انفا ، حتى للدقائق التي ليس لها كتلة سكونية ، كالفوتون والنيوترينو .

وحتى في ما يسمى بـ « نقص الكتلة » mass defect ، اي في حقيقة ان الكتلة السكونية لنواة الذرة (مثلا نواة الهيليوم) اصغر من مجموع الكتل السكونية لمكوناتها (البروتونات والنيوترونات) ، لا تختفي الكتلة نهائيا . فالفرق المذكور في الكتلة يرتبط بطاقة الاشعاع الذي يطلق عند بناء النواة من احجارها الاساسية تلك . والطاقة المشعة في هذه الحالة تساوي ما يسمى بـ « طاقة الربط » binding energy . وتبعا لمعادلة

اينشتاين بمثل اشعاع الطاقة نقصانا في كتلة الجسم المشع .

ليس من الخطأ تفسير معادلة اينشتاين كما لو كانت الكتلة شكلا للطاقة. فالكتلة والطاقة صفتان فيزياويتان لكل اشكال المادة ، تختلفان عن بعضهما ولكنهما ترتبطان بعضهما بالعلاقة الكمية التي تبينها معادلة اينشتاين . ولهذا فلا المادة ، ولا الكتلة ، تتحول الى طاقة . بل ان شكلا فيزياويا لظهور المادة ، اي الصفت ، يتحول الى شكل اخر (اشعاع ، مجال) ، اي ان المادة تتحول من حالة نوعية الى اخرى مع حفظ خاصيتيها الفيزياويتين الاساسيتين : الكتلة والطاقة . واذا نحن نظرنا الى الابعاد الفيزياوية (وحدات الكميات الفيزياوية) نتضح لدينا ان ليس من الممكن تحول الكتلة الى طاقة ، او بالعكس . وفي جميع عمليات التحول يبقى البعد الفيزياوي لاي من هذه الكميات هو هو .

وقد تبين من نظرية النسبية الخاصة ان كتلة الجسم ليست كمية ثابتة مطلقة ، بل تتغير بتغير سرعته حسب المعادلة التالية :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

حيث تعني m كتلة الجسم في اية سرعة v و m_0 كتلته السكونية و c سرعة الضوء ،

اي ان الكتلة تزداد بزيادة السرعة . وقد ثبتت صحة هذه العلاقة تجريبيا في جميع المجالات .

الدقائق الاولية : elemantary particles

هي اصغر عناصر بنية المادة ، حسب مستوى العلم الراهن .

كانت الفلسفة والعلوم الاختصاصية منذ اقدم العصور تسعى لاكتشاف « الاحجار » الاخيرة الصغرى الداخلة في بناء المادة . وقد وجد هذا الاتجاه له تعبيرا في تاريخ العلم في المذهب الذري الذي اقامه الفلاسفة المادبون اليونانيون . وبعث من جديد في بداية العصر الحديث على يد كاسندي . وكانت الخواص التي اعطاها الذريون للدقائق المادية الصغرى هي الصلابة والثبات وعدم قابلية التجزئة . وكان التطور اللاحق في علوم الطبيعة ، خاصة الكيمياء ، حتى نهاية القرن التاسع عشر يؤيد هذه النظرة . غير ان الاكتشافات التي حققتها علوم الطبيعة ، ولاسيما الفيزياء منذ ذلك الوقت حتى الان (النشاط الاشعاعي ، الالكترون ، نواة الذرة ، البروتون ، النيوترون ، البوزترون والدقائق المضادة الاخرى ...) ابانت ان الذرات الكيمياوية التي نعرفها الان لم تكن بالذرات التي عناها الذريون

الفدماء . بل هي بنى معقـــدة تظهـر بها المادة . واصبحت الدقائق المكتشفة تسمى (دقائق اولية) لتمييزها عن الذرات . لهذا فمفهوم « الدقائق الاولية » ليس بالمفهوم الفلسفي الذي عناه الذريون القدماء انما هو تعبير علمي اختصاصي فيزياوي .

بدا اكتشاف « الدقائق المضادة » بالبوزترون الذي تنبأ بوجوده نظريا ديـــراك Dirac (١٩٢٨) واكتشفه اندرسون Anderson عمليا في المختبر (١٩٣٢) بين مكونات الاشـــعة الكونية . وتوالت بعد ذلك اكتشافـات الدقائق المضادة . وتتشابه الدقائق المضادة مع الدقائق « الاعتيادية » في كل شيء (الكتلة ، مقدار الشحنة ، مقدار العزم المغناطيسي . ...) عدا نوع الشحنة واتجاه « السبين » Spin . وقد تبين انه توجد لاغلبية الدقائق الاولية دقائـــق مضادة . ومن الحقائق الفيزياوية المعروفة ، انه اذا التقت الدقائق وضديداتها فانهما يتحولان الى دقائق اخرى او اشعاع .

« الدقائق المضادة » و « المادة المضادة » هي بالمعنى الفلسفي مادة ايضا . لانها تمثل واقعـــا موضوعيا يوجد خارج الوعـــي ومســـتقلا عنه . كالدقائق الاعتيادية تماما . ويصح نفس الحكم على تعبير « العالم المضاد » . فانطلاقا من وجود الدقائق

المضادة بخواصها المعروفة نشا اعتقاد لدى البعض ان من المحتمل ان تكون هذه احجارا لانظمة كونيـــة اخرى ، بنفس المعنى الذي تكون به الدقائـــق الاعتيادية احجارا لنظامنا الشمسي مثلا . ان كلمة « مضاد » هنا لا تعني سوى الخواص الفيزياويـــة المنوه عنها انفا مع نتائجها البنيوية التناظرية .

تختلف الدقائق الاولية فيما بينها في الكتلة الكونية والشحنة والـــــبين والعمر النصفي وخواص كوانتية اخرى . وتصنف الى ليبتونـات وميزونات وباريونات .

ان مسالة ما اذا كانت الدقائق المكروسكوبية الصغرى المذكورة هي الدقائق الاولية « الحقيقية » قد ازدادت تعقيـــدا باكتشـــاف الربـــزونانســـات RESONANCES . وقد اكتشف عدد كبير من الدقائق الاولية يزيد على عدد العناصر الكيمياوية . ومن دراسة هذه الدقائق وتفاعلاتها وتصنيفها يتضح ان « اولية » هذه الدقائق نسبية . اي ان الدقائق تسلك سلوكا متباينا اعتمادا على طاقتها . وتبعـــا لهايزنبرك لا يوجد اي معيار يمكن الاستعانة بـــه للتمييز بين الدقائق الاولية والدقائق المركبة . ومن الفرضيات التي اتخذها في محاولته بناء نظرية المجال الموحد هي ان جميع الدقائق الاولية بنى مركبة .

وبناء على ذلك لا يمكن الاجابة جوابا حاسما في اطار المعلومات التجريبية والنظرية الراهنة على سؤال : ماذا تعني « الاولية » الحقيقية ؟ وان ذلك يستلزم المزيد من البحث في فيزياء الدقائق الاولية . وليس من المستبعد ان لا توجد « اولية » مطلقة .

من الخصائص المميزة للدقائق الاولية قابليتها على التحول . فدقائق نوع واحد يمكنها ان تتحول الى دقائق من نوع اخر في « العمليات الاولية » وتخضع هذه العمليات الاولية لقوانين حفظ معينة ، اضافة لقوانين الحفظ المعروفة في الفيزياء الكلاسيكية (حفظ الطاقة ، حفظ الزخم ...) . وهذه القوانين تسمح ببعض الانواع من التحولات ، وتمنع اخرى . وفي قابلية تحول الدقائق الاولية هذه تبرز احدى الصفات الاساسية للمادة المتحركة ، وهي امكان تحول شكل معين للمادة الى شكل اخر يختلف عنه نوعيا .

كان اكتشاف الدقائق الاولية خطوة مهمة في طريق المعرفة المتعمقة بدا ، والبحث الذي يستهدف الكشف عن بنية المادة . وهو في نفس الوقت تاكيد لمقولة ان المادة لا تستنفد دراستها ولا تنتهي عملية معرفتها .

الفصل الثالث

بعض الروابط الموضوعية المتعلقة بالفيزياء

القانون

القانون رابطة موضوعية ، ضرورية ، جوهرية ، عامة ، بين الاشياء والعمليات والاحداث في الطبيعة والمجتمع والفكر ، تعاد تحت نفس الظروف . والقوانين العلمية هي انعكاسات فكرية للقوانين الموضوعية في وعي الناس .

يجب التفريق بين القانون بمعناه الفلسفي الذي نبحثه هنا ، والقانون « الحقوقي » الذي يمثل تشريعات تصدرها احدى السلطات وتشتمل على حقوق وواجبات ، وتحريم وتحليل ... ، وتتضمن فعله وعرافية تنفيذه اجهزة معينة . كذلك لا يدخل في هذا التعريف القانون « الرياضي » الذي يبرهن عليه انطلاقا من بعض المسلمات ، ولا القوانين (القواعد) « الاخلاقية » وامثالها .

تفكر المثالية الذاتية بوجود الموضوعي للروابط الضرورية القانونية في الطبيعة والمجتمع وتستخلص فكرة القانون على اساس ذاتي . فتبعا لهيوم ينشأ تصور القانون من عادة الناس في ان ينظروا للظواهر التي تتبع الواحدة الاخرى تكرارا باعتبارها مرتبطة

بعضها ارتباطا ضروريا . وتبعا لكانت لا توجد القوانين وجودا موضوعيا في الاشياء ذاتها . بل في علاقتها بالذات المدركة . اما مصدر قوانين الطبيعة فهو عقل الانسان الذي يرتب الظواهر المتعددة بالاستعانة بمقولات قبلية مستقلة عن اية خبرة عملية . فالعقل يخلق قوانينه لا بالاعتماد على الطبيعة ، بل هو يمليها عليها .

اما المثالية الموضوعية فلا تنكر الوجود الموضوعي للقوانين . الا انها تستخلصها من مبدأ فكري . روحي . خارج عن العالم . ويبرز ذلك في افكار هيجل . فالطبيعة والمجتمع عنده مراحل تطور « الفكرة المطلقة » . اما القوانين فهي قوانين تطور الفكرة المطلقة .

واما المادية فتنظر الى القوانين كروابط موضوعية بين الاشياء والعمليات في العالم . فالماديون الفرنسيون في القرن الثامن عشر كانوا يؤكدون على ان قوانين الطبيعة تظهر في العلاقات المتبادلة بين الاشياء والاحداث . وهي تمثل علاقات ضرورية وجوهرية بينها . وتبعا لهولباخ تتحرك الذرات حسب قوانين داخلية . وخواصها الفيزياوية هي القصور الذاتي والتجاذب والتنافر . غير ان المادية الميكانيكية جعلت قوانين الميكانيك مطلقة . تختزل اليها جميع قوانين الطبيعة . اما فويرباخ فلم

يستطيع التغلب على هذه النظرة الضيقة للقوانين، غير انه ذهب الى انها روابط موضوعية وضرورية وعامة وقابلة للكشف والتعرف عليها .

وفي علم الاجتماع البرجوازي يقتصر مفهوم « القانون » عادة على الطبيعة فقط وينفي وجود « القانون الاجتماعي » او يعتبر مرحلة سابقة للعلم .

الصفة الموضوعية للقانون تعني ان القانون يعمل مستقلا عن وعي الناس ورغباتهم واهدافهم وان الرابطة القانونية لا يمكن ان يخلقها الانسان او يلغيها اعتباطيا .

ان كشف القوانين العلمية هو من اهم اهداف البحث العلمي . ومعرفة هذه القوانين شرط لتفسير الظواهر المعروفة . والتنبؤ عن الاحداث المقبلة . ولا يصبح انشاط الانساني الهادف ممكنا الا اذا استطعنا التنبؤ بنتائج هذا النشاط . ولو بصورة تقريبية احيانا . بمعونة القوانين العلمية . او — في حالة عدم معرفة تلك القوانين — باستنادنا الى خبرة عملية كافية .

تمثل القوانين الفيزياوية صورة للقوانين الموضوعية للطبيعة . يعبر عنها رياضيا بواسطة متغيرات وثوابت . وتقع في اطار نظري معين . وكل قانون يؤلف جزءا من نظرية فيزياوية . ولكل نظرية

منطلقات فلسفية تكون خافية في تضاعيفها ، اذ لا يشار اليها عادة عند بناء النظرية .

في جميع القوانين الفيزيائية ، والعلمية عموما، يجري "تصوير" علاقات الاشياء والعمليات المادية ، أي العلاقات التي توجد خارج وعي الانسان ومستقلة عنه . وبما ان المادية الفلسفية تتضمن الاعتراف بالاشياء والعمليات المادية وعلاقاتها وامكان "تصويرها" في وعي الانسان . تتسع المادية الفلسفية المنطلق الفلسفي لجميع النظريات الفيزيائية .

القوانين الديناميكية والاحصائية

تنقسم القوانين ، تبعا لما اذا كانت الرابطة قائمة بين اشياء وظواهر مفردة او متعددة الى نوعين: الديناميكية والاحصائية .

يقوم من القانون الديناميكي ذلك القانون الذي يحكم حركة اجسام او مجالات مفردة ، دون اعتبار لبنيتها او تفاعلاتها الداخلية . مثال ذلك قانون حركة الاجسام في الفراغ . ومن اهم معالم القانون الديناميكي هو ان حالة الجسم النهائية يمكن ان تحدد بمعرفة حالته الاولية والظروف الخارجية المحيطة به . فاذا عرف موضع جسم من الاجسام

وزخمه والقوى المؤثرة عليه في البداية ، امكن حساب موضع الجسم بعد اي زمن حسب قوانين الميكانيك الكلاسيكي . ان هذا يفترض طبعا ان اسباب الانحراف البسيط عن الوضع المحسوب ، مثلا الاحتكاك ومقاومة الهواء وغيرها ، يمكن اهمالها . وتعتبر هذه الانحرافات عندئذ واسبابها غير جوهرية بالمقارنة مع الرابطة الجوهرية التي يجسدها القانون . والحقول التي تعمل فيها القوانين الديناميكية هي : الميكانيك الكلاسيكي غير النسبي والميكانيك النسبي والحرارة (الظواهرية) والالكترودينامية (قوانين ماكسويل) .

وينتج من القوانين الاحصائية تلك القوانين التي تحكم حركات وظواهر مجموعة كبيرة من الذرات والاجسام . ويفترض هنا : (١) عدد كبير من الاجسام في المنظومة تحت الدراسة (٢) وجود توزيع (احصاء) معين لاجسام المجموعة (مثلا حسب سرعتها وطاقتها في الفيزياء) . مثال ذلك قوانين الغازات (بولتزمان) وقوانين تفسخ العناصر المشعة في الفيزياء وقوانين مندل في الوراثة . اما الحقول التي تعمل فيها القوانين الاحصائية في الفيزياء فهي الترموديناميك الاحصائي ، الاحصاء الكلاسيكي ، والميكانيك الكوانتي . والاحصاء الكوانتي والالكترودينامية الكوانتي ونظرية المجال الكوانتية .

يمكن تقسيم القوانين الاحصائية الى نوعين :

١) النوع الاول يتعلق بصفات تنسب لمجموعة من الاجسام (المستم) ولا يمكن ان يتصف بهـا الجسم المفرد . وليس هنالك معنى من نسبة تلك الصفات اليه . مثال ذلك درجة الحرارة . فالجزيء الواحد ليس له درجة حرارة . ولا يمكن الكلام عن درجة الحرارة الا لمجموعة كبيرة من الجزيئات كما في الغاز مثلا . فدرجة الحرارة هنا مقياس لما يحتويه الغاز من طاقة . ويصح نفس الشيء على ضغط الغاز . والنظرية الاحصائية للحرارة تتعامل مع هذا النوع من القوانين .

٢) النوع الثاني يتعلق بصفات يمكن ان تحوزها الاجسام المفردة باحتمالات مختلفة . وتاخذ بالنسبة للمجموع شكل معدل . مثلا معدل طاقة جزيئات الغاز . معدل المسافة الحرة للجزيء . معدل بعد الالكترون عن النواة . معدل عمر الانسان في ظروف اجتماعية وطبيعية معينة . قوانين مندل في توزيع الصفات الوراثية .

الميكانيك الكوانتي والتفسير الاحصائي للدالة الموجيـة ψ

الميكانيك الكوانتي نظرية احصائية لتفسير الاحداث في العالم الصغير .

جميع الجهود التي بذلت من اجل اعطاء معنى فيزياوي مباشر للدالة ψ ذهب سدى . فالدالة ψ ليست مقدارا فيزياويا بقاس . وهي على العموم ليست دالة في فضاء ثلاثي الابعاد . بل في فضاء تركيبي كثير الابعاد . ان التفسير الوحيد للدالـة ψ والذي حاز على قبول الفيزياويين هو التفسير الاحصائي الذي قدمه ماكس بورن عام ١٩٢٧ حيث تكون $|\psi|^2$ مقياسا لاحتمال وجود دقيقة مكرسكوبية في موضع معين . او اكتسابها صفة معينة او حدوث تفاعل دقائقي معين .

ينشا هنا السؤال التالي : هل يمكن لحركـة الدقيقة المفردة ان تضبط بقانون ؟ لا يمكن ذلك في اطار الميكانيك الكوانتي الحالي . وذلك لشيء من طبيعة هذه النظرية . فالميكانيك الكوانتي لا يتكلم عن الاجسام المكرسكوبية الا الاحتمالات .

من المفيد ان نورد هنا اراء بعض العلماء عن الدالة الموجية ψ :

يذهب هايزنبرك الى ان الدالة ψ لا تتضمن شيئا عن جريان الاحداث المكرسكوبية الحاصلة بين قياسين .

وبذهب ترلتسكي الى ان الدالة ψ لا تصف حركة جسم مكرسكوبي واحد منفرد ، بل مجموعة من الاجسام المكرسكوبية .

ويرى بلوخنتسيف ان علاقة اللادقة ، كما يتضح من اشتقاقها ، تخص مجموعة من الدقائق لا دقيقة منفردة .

ويرى اينشتاين ان الدالة ψ لا تصف وصفا كاملا لدقيقة منفردة ، وانما لمجموعة من الدقائق بطريقة احصائية ، وان الاحصاء لا يمكن ان يعتبر حلا نهائيا لحركة الدقيقة .

علاقة القوانين الديناميكية بالقوانين الاحصائية

يكون التجسيد في القانون الديناميكي بصورة عامة اوليا عديم البنية ، بينما هو في القانون الاحصائي سيتم تقوم بين مكوناته علاقات معقدة .

وهنا يجب التمييز بين الحقول التي يعمل فيها كل نوع من القوانين . فالقوانين الديناميكية والقوانين الاحصائية تختلف عن بعضها حينما تعبر عن اشكال مختلفة من حركة المادة ، الا انه من الممكن اقامة علاقة بين النوعين .

فالهواء مثلا يخضع لقانون الغاز اذا اردنا التحدث عن حالته (الضغط والحجم ودرجة الحرارة) . هذا القانون عند تطبيقه على كل الهواء في الوعاء الذي يحتويه هو من النوع الديناميكي . فعند معرفة الحالة الاولية للهواء والظروف الخارجية التي تؤثر فيه ، يمكن معرفة حالته النهائية . ان قانون الغاز هذا الذي ايدته التجارب تماما يمكن اشتقاقه نظريا بوسائل الثرموديناميك الاحصائي . غير ان هذا القانون لا يقول شيئا محددا عن سلوك جزيء واحد معين ابدا . انما يرتبط سلوك هذا الجزيء بالقانون العام للغاز بعلاقة الاحتمال . رغم ان كل جزيء من جزيئات الغاز يخضع في مساره واصطداماته لقوانين ديناميكية . ينتج من هذا ان قانون الغاز قانون ديناميكي بالنسبة لكتلة الغاز ، وقانون احصائي بالنسبة للجزيء الواحد منه .

والميكانيك الكوانتي يقدم للمجموعة الكبيرة من الدقائق قوانين ديناميكية (خطوط طيفية ، اواصر كيمياوية ، مقطع تفاعلي لتجارب الاصطدام والتشتت ، الخ) يمكن التحقق منها بالمختبر . غير ان قوانين الميكانيك الكوانتي لا تنطوي الا على معلومات احتمالية عن حركة الدقائق المفردة . لهذا فهي ذات صفة ديناميكية بالنسبة للمجموعة ، واحصائية بالنسبة للدقيقة المفردة .

وبصورة عامة يكون قانون المستقم ديناميكيا بالنسبة للمستقم كله ، واحصائيا بالنسبة للعنصر المفرد من العناصر التي يتكون منها .

هناك فرق جوهري بين قوانين الميكانيك الاحصائي الكلاسيكي وقوانين الميكانيك الكوانتي . فاذا كان يفترض مبدئيا عند اشتقاق القوانين الاحصائية للميكانيك الكلاسيكي ان كل دقيقة من الدقائق تخضع لقانون ديناميكي ، ينتفي هذا الافتراض في الميكانيك الكوانتي . ففي بناء الميكانيك الكوانتي يسلم المرء مقدما بانه لا يوجد ضمن هذا الميكانيك قانون ديناميكي يحكم حركة الدقيقة المفردة . بل توجد احتمالات فقط عن حركة هذه الدقيقة .

ويجب ان يؤكد ان اشتقاق القوانين الاحصائية في الميكانيك الاحصائي الكلاسيكي لا يمكن ان يتم الا باعتماد على نظرية الاحتمال . وهذا يعني ان الصدفة تلعب هنا دورا اساسيا . وفي الميكانيك الكوانتي ايضا وبسبب صفته الاحصائية ، تلعب الصدفة منذ البداية دورا اساسيا . والاحتمال الذي ينطوي عليه القانون الاحصائي يعني بالنسبة للدقيقة المفردة ان امكانية واحدة من عدة امكانيات تتحقق بالصدفة . وهذه الامكانية المتحققة بالصدفة تؤلف جزءا من حالة المجموعة النهائية التي يحددها هذا

القانون . ولكن اية واحدة من الامكانيات العديدة هي التي ستتحقق ؟ ذلك يعتمد على الظروف المعقدة التي تتحرك فيها الدقيقة . ان الانتقال من الامكانية الى الواقع (او من القوة الى الفعل ـ كما يقول التعبير الفلسفي العربي القديم) لا يحدث بدون سبب كما يدعي البعض ، بل يجري حسب مبدأ السببية ، وان سبب الانتقال يقع ضمن الظروف المعقدة التي تكتنف حركة الدقيقة . ومن الجهة الاخرى يقدم القانون الديناميكي للدقيقة امكانية واحدة فقط هي التي تتحقق . هنا تتطابق الامكانية مع الواقع .

يذهب بعض الفيزياويين الى ان جميع قوانين الطبيعة هي قوانين احتمالية احصائية . وان القوانين الاحصائية تمثل النموذج الاساسي الاعم للقوانين . وبهذا يكون القانون الديناميكي حالة خاصة جدية لا يصلح الا للعمليات في العالم الكبير . فالفيزياوي النمساوي اكسنر E. Bixner يرى ان « ليس هناك ما يمنعنا من النظر الى ما يسمى بالقوانين الديناميكية كحالات حدية مثلى تسير نحوها القوانين الاحصائية الحقيقية باعلى درجات الاحتمال »(١) . وذهب ماكس بورن الى نفس الراي اذ قال : « تتطور الفيزياء الان باتجاه ان تصبح في الجوهر علما احصائيا »(٢) . وعلى النقيض من هذا يعتقد بعض

آخر ان القوانين الاحصائية لا تصدر عن كونها تعبيرا عن جهلنا وعجزنا عن ترجمة الى قوانين ديناميكية او تشتق منها . فبلانك مثلا يقول : « بينما يوفي القانون الديناميكي بمطلب السببية ، ويكتسب بهذا صفة البساطة ، يمثل كل قانون احصائي مرتبا لا يستطيع المرء الوقوف عنده والاكتفاء به ، لانه يحمل في ثناياه مشكلة ارجاعه الى عناصره الديناميكية البسيطة »(٣)

يحاول البعض الاخر البحث عن « عوامل خافية » في الظواهر الاحصائية يمكن بواسطتها ابدال القوانين الاحصائية باخرى ديناميكية ، وحمل التنبؤ حول حركة الدقيقة المفردة ممكنا . وقد تساءل بورن مرة فيما اذا كانت هناك عوامل لم تدخل في النظرية الكوانتية ، والتي تحتم الاحداث المفردة ، ولم يستبعد وجود هذه العوامل اول الامر ، الا انه نفاها اخيرا . كما استبعدها بور وهايزنبرك وباولي وفايتسيكر لاعتمادها الكبير على فكر الميكانيك الكلاسيكي . اما بلانك واينشتاين ودي بروغلي فكانوا يرون ان هذه العوامل موجودة .

الحتمية Determinism

الحتمية مفهوم فلسفي يعبر عن الرابطة الموضوعية والاشتراط المتبادل لكل الاشياء

والعمليات في الطبيعة والمجتمع والفكر ووجوب حصولها على اساس القوانين الموضوعية .

ان الاشياء والعمليات المادية ترتبط ببعضها بروابط لا يمكن خرقها ابدا . وبدون وجود مثل هذه الروابط لا يمكن ان يوجد قانون . وبهذا تكون الحتمية — اي الاعتراف بمشروطية وتعيين الاشياء والعمليات في ارتباطها الموضوعي بالاشياء والعمليات الاخرى — شرطا فلسفيا تعتمد عليه كل نظرية فيزيائية . وحتى ماخ الفيزياوي النمساوي والفيلسوف الوضعي اعترف بضرورة الحتمية في البحث العلمي حيث قال : « خلال البحث يكون كل مفكر بالضرورة حتميا من الناحية النظرية »(٤) . وينطلق جميع علماء الطبيعة في بحثهم العلمي من موقع مادي حتمي ، حتى اولئك الذين ينفرون من المادية والحتمية ، ويقفون ضدهما في تفسيراتهم للنظريات العلمية ونتائج البحث العلمي .

الحتمية الميكانيكية

تكمن الاهمية الفلسفية للميكانيك الكلاسيكي في اعتماد الفلسفة المادية الميكانيكية عليه في تفسيرها للعالم . ويتميز بحتمية ميكانيكية وسببية خطية صارمة . ومن اهم انجازاته من الناحية الفلسفية هو انه برهن على ان انواعا من الحركة كانت

تعتبر في السابق مختلفة فيما بينها جوهريا ، كحركات الاجسام على سطح الارض وحركات الاجرام السماوية ، تخضع لنفس القوانين (الميكانيكية) . وكان في ذلك اول تاييد علمي اختباري مهم للموضوعة الفلسفية عن وحدة العالم المادية .

ان تعميم قوانين نيوتن من قبل لاكرانج وهاملتون ، بحيث اصبح بالامكان تطبيقها على اية احداثيات جعل بالمستطاع وصف حركات منظومات ميكانيكية بالغة التعقيد ، بحيث نشا الاعتقاد بان حل المعادلات التفاضلية للحركات الميكانيكية يكفي لتفسير كل ما يحدث في الطبيعة ، وحتى في المجتمع ايضا .

ويتجسد هذا الاعتقاد في مقولة شهيرة للابلاس تعبر في نفس الوقت عن اهم افكار الحتمية الميكانيكية . كما تعبر عن التفاؤل الكبير في مقدرة الانسان على معرفة العالم . يقول لابلاس : « يجب ان ننظر للحالة الحاضرة للكون كنتيجة لحالته الماضية وسبب لحالته المقبلة . ولو وجد عقل يعرف في لحظة من اللحظات جميع القوى العاملة في الطبيعة ، كما يعرف مواضع جميع العناصر التي تؤلفها ، عقل كبير بحيث يتمكن ان يحلل هذه المقادير ، لاستطاع بمعادلة واحدة ان يضبط حركات اكبر الاجسام

واصغر الذرات ، وسوف لا يغيب عن عمله شيء ، وسيكون المستقبل والماضي واضحا امام عينيه »(٥) .

تلعب امكانية التنبؤ بالحدث في الحتمية الميكانيكية دورا كبيرا ، وهي من معالمها الرئيسية ، وكون هذا النوع من الحتمية لا يعرف الا القوانين الديناميكية لذلك لا محل للصدفة فيه .

كان لطريقة التفكير الحتمي الميكانيكي تاثير كبير على الفكر العلمي الطبيعي والفلسفي امتد حتى عصرنا الحاضر .

فديكارت ذهب الى انه ليس الظواهر الفيزيائية وحدها ، بل البيولوجية ايضا ، محتمة سببيا ميكانيكيا . وكانت فيزياء ديكارت حتمية مبدئيا .

اما الماديون الفرنسيون في القرن الثامن عشر فقد قطعوا كل صلة لهم بالتصور اللاحتمي ، وحاولوا تفسير الظواهر البيولوجية والنفسية وحتى الاجتماعية بمبادىء ميكانيكية . وقد بدا الانسان حسب هذه النظرة وكانه ماكنة معقدة .

يكمن الدور التقدمي التاريخي للحتمية الميكانيكية في انها كافحت الى جانب العلم ضد تفسير ظواهر الطبيعة تفسيرا غائيا لا علميا ،

وابرزت دور العقل الانساني والعلم المبني على التجربة ، واصبحت بذلك اساسا فكريا لانتصارات العلم اللاحقة .

افول المادية الميكانيكية والحتمية الميكانيكية

ابان تطور الفيزياء ، لاسيما الالكتروديناميك والضوء في القرن التاسع عشر ، والفيزياء الحديثة في القرن العشرين ، ان الصورة الميكانيكية عن الطبيعة محدودة ومبسطة جدا ، وهكذا فقد مهد الطريق لهجرها .

فمعادلات ماكسويل في الالكتروديناميك ، التي تحكم تغير المجال الكهربائي ـ المغناطيسي في الفضاء والزمان لا يمكن ارجاعها او اختزالها الى معادلات الميكانيك الكلاسيكي النيوتنية . انها مختلفة عن هذه نوعيا . وهي تختص بحقول اخرى من احداث الطبيعة .

وقد ابان الالكتروديناميك محدودية مفهوم « الحالة » الميكانيكي ، فاصبح مفهوم « الحالة » لجسم او سستم يعني مجموع الصفات النوعية والكمية التي يحوزها ذلك الشيء في زمن معين وبذلك تدخل الصفات الكهربائية المغناطيسية والكيمياوية والبيولوجية في هذا التعريف .

هناك مشكلة اخرى جابهها التفكير الميكانيكي في الفيزياء ، وهي تحديد صفات « الاثير » الذي افترض فيه انه يملأ الكون كله ، ويحمل امواج الضوء ، فلم تؤد جميع التأملات لمنحه صفات خالية من التناقض الى اية نتيجة .

لقد تم القضاء على التفكير الميكانيكي في علم الطبيعة بصورة نهائية بواسطة الاكتشافات والتطورات التي حصلت في الفيزياء الحديثة ، والتي ادت الى قيام نظريات جديدة كالنظرية الكوانتية والنظرية النسبية ونظرية المجال الكوانتية وغيرها ، مما كان له اثر بعيد ايضا في تطور الفكر الفلسفي ، وسقوط الحتمية الميكانيكية .

ان الميكانيك وحده لا يستطيع تفسير العمليات المعقدة في الطبيعة ، وهو اعجز مع العمليات النفسية والاجتماعية . فالتفكير الميكانيكي ينظر الى المنظومة الميكانيكية وسلوكها من مجموع اجزائها ومجموع حركات هذه الاجزاء فقط ، ولهذا فهو يعجز عن تفسير الصفات والمظاهر الجديدة التي تكتسبها المادة حينما تتكون بنى وتراكيب خاصة من نوعية جديدة . ان الاشكال العليا لحركة المادة تختلف عن شكل الحركة الميكانيكي ، وهي نوعيات جديدة نشأت نتيجة لتطور المادة . ولم يكن بامكان الميكانيك

ان يفسر الظواهر البيولوجية والنفسية ، بله التطور العضوي والاجتماعي .

لقد جعلت الحتمية الميكانيكية الضرورة مطلقة، وانكرت الوجود الموضوعي للصدفة ، وبهذا سالت الى الجبرية ، حيث يخضع كل ما يجرى في الطبيعة والمجتمع للضرورة العمياء .

وكان قصور الحتمية الميكانيكية منطلقا لهجوم المثالية واللاحتمية . فقد اعترض كانت على الحتمية الميكانيكية لانها لا تستطيع تفسير العمليات البيولوجية المعقدة . واستخدم بعض الفلاسفة هذا الاعتراض فيما بعد ، واستغلوا الثغرات التي كانت موجودة في العلوم الاختصاصية للتنكر للحتمية اطلاقا .

الحتمية الجدلية

هي التعبير عن مشروطية الاشياء والعمليات وزوجوبها خلال جميع الروابط الموضوعية المختلفة المتشابكة . والحتمية الجدلية تدعو الى دراسة العلاقات بين الظواهر في الطبيعة والمجتمع في مضاعفاتها وتعقيداتها كما هي فعلا . ومن المعلوم ان هذه العلاقات تختلف في تعقيدها تبعا لمستوى العملية المدروسة . فالعمليات الميكانيكية هي الابسط ، والبيولوجية والاجتماعية هي الاعقد .

تتفق الحتمية الجدلية مع الحتمية الميكانيكية في ماديتها . فكلاهما ينطلق من فكرة ان حتمية العالم موجودة موضوعيا ومشروطة بقوانين موضوعية واسباب مادية ، وان هذه الروابط الحتمية الموضوعية يمكن معرفتها مبدئيا . الا ان الحتمية الجدلية تختلف عن الميكانيكية في عدة نقاط جوهرية .

فالحتمية الميكانيكية تفهم الحركة كحركة ميكانيكية فقط ، بينما الحتمية الجدلية تعني في الحركة كل تغير . وفي اشكال الحركة العليا للمادة يكون هذا التغير نوعيا ، تطوريا .

والحتمية الميكانيكية تحاول ان تفسر جميع الاحداث على اسس ميكانيكية ، بينما تؤكد الحتمية الجدلية على ان هناك قوانين خاصة تعمل في كل شكل من اشكال حركة المادة ، وهذه القوانين لا يمكن اختزالها الى قوانين الميكانيك .

والحتمية الميكانيكية تجعل الضرورة مطلقة وتنكر الوجود الموضوعي للصدفة ، حيث تعزيها الى نقص في المعرفة ، بينما تعترف الحتمية الجدلية بالوجود الموضوعي للصدفة ، وبالرابطة الجدلية بين الضرورة والصدفة . والضرورة والحرية ، وبهذا تتخلص من جميع النتائج الجبرية .

والحتمية الميكانيكية تعرف طرازا واحدا من

السببية (Causality)

أكثر من الاقتران بالحدث الأصلي لا تحتمل الاحتمال أحداث أخرى : الأسباب .

...ميز في فلسفة بلوخ وشتوبر . فقد ذهب شتوبر الى ان العلم ينتج عن السبب عن طريق ميكانيكي . كالتفاعل والاتحاد والتأثير المتبادل . فقد ... وتلمس الاهمية الفلسفية لمفهوم السببية بالدرجة الاولى في فلسفة هيوم الامر بخلاف . وفي ذهابه الى ان العلم والفلسفة لا تعبر جميع ظواهر الطبيعة بالاستناد الى السببية الفيزيقية . وانما يكون بالقدر الذي تسيطر فيه الفكرة من عرضة الاستقراء الاحصائي الى رابطة السببية .

ويجعل الفيلسوف الالماني الكبير كانط السببية مبدأ ... في المادة الفيزيقية في القرن الثامن عشر . ويميز بين السببية الحقيقية كما عبر عنها اليونان بالجوهر والضرورة بجانب الفاعل . فالعالم تبعا لهيوم يتألف من الاسباب والافعال " . وليس هناك ما يشير الى ان الحادثة تأتي على اثر الحادثة الاخرى . وقد حاولت المدرسة الفرنسية . كما تزعمت المادية الانكليزية في القرن السابع عشر . اقامة العلاقة بكل ما هو موجود في العالم . غير انها . اذا كانت مشروطة بالسببي العام الشامل . وبنت فلسفتها الطبيعية على اساس ميكانيكية . لم تكن متحررة من النواقص التي

...اتصف بها منهج الفيزياء في هذه الحقبة . ومن هذه النواقص النتائج الجبرية الناتجة عن تطبيق الفهم الميكانيكي للسببية على التغيرات الاجتماعية . فالانسان يبدو في هذا الاطار خاضعا لضرورة صماء لا تسمح له بحرية الاختيار واتخاذ القرارات حسب رأيه واهدافه . وتبدو جميع الكيانات الاجتماعية متحركة بسبب ميكانيكية . كحركة الكرات والعجلات في جسم الساعة .

ظهر الفيلسوف الالماني الكبير ايمانويل كانط هيوم . فقد فكر الفلسفة الموضوعية السببية . وذهب الى ان الانطباع عن السببية ناشئ عن الاعتياد في التفكير على الظواهر المتتابعة وتمكن بالتقاء ظاهرتين مرتبطة بعضهما سببيا . وان السببية هي نتاج عملية نفسية ذاتية . ولا تشير الا الى التتابع الزمني لانطباعاتنا والتفكير تعاقبي . ولكنها عارية عن اية ضرورة موضوعية . والحادثان هما السبب والنتيجة يفهمان باعتبارهما سابق ولاحق . لا ان الرابطة بين السبب والفعل . اي العلاقة السببية . ذاتية . ارتباط بين تصورات ذاتية . وبالرغم من ان كانت قد تحقق بهيوم في فهمه المثالي الذاتي للسببية . لا انه لم ينظر اليها كمسألة ظاهرية فقط . بل حاول حلا اخر لها . فالسببية عنده مقولة يتصورها العقل . مفهوم قبلي موجود قبل اية خبرة . وينظم

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

الكهرباء في عقد معينة على التفريغ الكهروضوئية بعد انعكاسه عن احدى البلورات » . . . .

تدعى الصدفة سلفية حينما لا تتناقضا الضرورة الداخلية لجوهرة الشيء ولا تحتل ضرورة تامة .

يعرف الصدفة بهذه الكلمة ضرورة وتحتل جوهرة . والصدفة والضرورة تمثلان تناقضا جدليا . تكون الضرورة هي الجانب الذي تختفي فيه .

توجد الصدفة بصورة موضوعية . غير انها لا تحتل كنتيجة لروابط داخلية للاحداث . فتوجد الى جنب الاسباب مثلا لا تحتل كنتيجة لرابطة مباشرة بين الملاعب والزهم الرابح . وتلتقي عدة معين من وعي الجوراتيوم في فترة زمنية معدودة لا تعتمد على رابطة مباشرة بين هذه الوعي . غير ان ذلك لا يعني ان تفتح الجوراتيوم ليس له سبب .

بينما تظهر الصدفة في القانون الدينامكي كتعيين . كظاهرة لا قانونية . تكون في القانون الاحتمالي عاملا جوهريا . فسبب عدة عناصر الاستطالات الصدفية لجزيئات الغاز مع جدران الوعاء ينشأ ضغط الغاز . وبسبب التفتح الصدفي لعدد هائل من وعي الجوراتيوم منذ [illegible] قانون

التفتح الاشعاعي . وتحقق الشيء نفسه هنا بواسطة عدد هائل من الصدف .

ان دخول الصدفة في القانون الاحتمالي يوضح العلاقة بين الضرورة والصدفة . فإن الصدفي ضروري . وان الضرورة تحقق نفسها عن طريق الصدف .

ان الصدفي ضروري . لان كل جانب منه لابد وان يكون له سبب . وان الحوادث الصدفية تحتل بالضرورة لانها مشروطة بمجموعة الظروف التي تحتل فيها . وان الصدفة سببا لان لها وجودا موضوعيا . ولكن العوامل التي تؤدي الى الصدفة لا تتحدد بعضها البعض بالضرورة . اي ان وجود احدها لا يعني ضرورة وجود الاخر الذي يسبب وجوده حدوث الصدفة .

ان ظاهرة واحدة يمكن ان تظهر انها صدفة في مستوى معين وضرورة في مستوى اخر . فحركة جزيء واحد مفرد بالنسبة لجسم يمكن ان تعتبر صدفة . ولكن اذا نظرنا الى هذه الحركة بمستوى أوطأ ، اتضح لنا ان هذه الحركة ضرورة قانونيا . وتتضح هذه النظرة في نشر الغاز الشرموديناميكية .

تعرف الصدفة احيانا كـ « نقطة تقاطع سلسلتين سببيتين » . غير ان هذا التعريف لا

بكشف جوهر الصدفة كشفا تاما لانه يبرز الاستقلال التام للحادثين فقط . ويخفي العلاقة ما بين الضروري وغير الضروري .

هناك شكلان متطرفان في التفكير الصدفة : انكران الصدفة واطلاقها . فلابلاس ، وهو الذي ينكر موضوعية الصدفة . هو وجهة نظر الحتمية الميكانيكية . والصدفة حسب هذه النظرة تعبير عن جهلنا . وان تقدم العلم سيقلص مجال الصدفة . والسببية تفسر هنا تفسيرا حتميا ميكانيكيا . وينظر الى الحتمية والصدفة وكأنهما نقيضان ينفي احدهما الاخر . فقد كتب سبينوزا : « لا يوجد في طبيعة الاشياء شيء صدفي ، بل يحدد وجود وعمل كل شيء بالخضوع لضرورة الطبيعة الالهية »(٨) . اما بلانك فقد كان ينظر الى الصدفة وكأنها « خرق للسببية » وتعبير عن « قصور في نظرتنا الى العلاقات الحقيقية » .

اما الطرف الثاني فهو الذي يذهب الى ان هناك صدفة تنشأ بدون سبب . ولذلك فهذا النوع من الصدفة يقع خارج نطاق السببية ، في مجال اللاحتمية ، اي صدفة مطلقة . غير ان الحادثة الصدفية المطلقة تعني انها غير ضرورية ابدا . ليس لها سبب ، وفي ذلك خرق للسببية . الصدفة المطلقة والظواهر الطبيعية التي ليس لها اسباب

طبيعية واللاحتمية المطلقة ، وساواة الصدفة باللاسببية ـ كل ذلك لا يتلف والعلم .

الصدفة لا تعني تضييقا للسببية . وان وجود علاقات صدفية في الطبيعة والمجتمع يجب ان يفسر دائما بأن جميع الظواهر والعمليات تخضع للسببية العامة . وان انكران هذه الحقيقة هو احد معالم اللاحتمية . فالصدفة والاحتمال والاحصاء هي ليست مناقضات للسببية . ولهذا فهي ليست ادلة على اللاسببية .

التنبوء العلمي

هو معرفة الشيء او الظاهرة قبل حدوثها بالاستناد على العلم . وبهذا لا يدخل في اطار التنبؤ العلمي محاولات التنبؤ عن المستقبل كـ « فتح الفال » و « قراءة الفنجان » و « التنجيم » وامثالها مما ليس له اساس من روابط قانونية واقعية . وكذلك لا تدخل في صنف التنبؤات العلمية تلك التنبؤات التي ليست لها صفة علمية صارمة . ولا تعتمد على تحليل نظري للحوادث ولا على القوانين الطبيعية التي تجري بموجبها ، بل هي اقرب الى القواعد الملاحظة في الحياة اليومية . كالتنبؤ بـ « برد العجوز » و « الباحورة » و « المربعانية » .

التنبؤات العلمية مقولات ، تستند على العلم ، من وقائع حقيقية او ممكنة ، غير معروفه حتى ذلك الوقت ، تتسق منطقيا ، ضمن نظرية معينة ، من قوانين ومقولات معروفة عن ظروف بداية معينة لعملية المراد التنبؤ عنها .

يتبين من تعريف « التنبؤ » — معرفة الظاهرة قبل حدوثها — ان المعرفة بالظاهرة تسبق حدوثها ، ولا يعني ان الظاهرة لم تكن تحدث بالضرورة قبل التنبؤ بها . فالخسوف والكسوف مثلا كانا يحدثان منذ نشوء العلاقة البينية الحاكمة بين الشمس والارض والقمر ، وكان الناس يعرفونها ، الا ان التنبؤ بهما قد ظهر حتى اكتشف القوانين التي تحكم بموجبها حدوث الظاهرتان .

وقد يكون الشيء او الظاهرة المتنبأ بها غير معروفة سلفا ، رغم انها موجودة في الطبيعة ، كتنبؤ دراك بوجود البوزترون ١٩٣٨ ، فحسن نظريه الكوانتيه النسبية عن الالكترون ، واكتشاف تلك الدقيقة من قبل الدرسون ١٩٣٣ في الاشعة الكونية . وعلى نفس الشيء على العناصر التي كانت اماكنها فارغه في الجدول الدوري لتفاعلاتها الكيميائية ، فجميع هذه العناصر كانت وما زالت موجوده في الطبيعة — الارض — الا ان تحديد مكانه فارغا حينما وضع مندليف جدوله ، فتنبؤ

بوجود عناصر في الاماكن الفارغة تتصف بالصفات الكيميائية المحددة سلفا هو تنبؤ علمي ثبتت صحته تماما باكتشاف العناصر التي كانت مجهولة حينذاك بصفاتها المتنبأ بها . ويصح نفس الراي على التنبؤات التي جرت على اساس النظرية النسبية والكوانتية وتحققت عمليا .

يقوم التنبؤ بالحادثة كمعيار لاثبات صحة فرضية او نظرية او خطأها . فمن الفرضية يمكن اشتقاق بعض الاستنتاجات ، التي ان ابتنيا الواقع كانت دعما لصحة تلك الفرضية ، وعند تحقق استنتاجات اخرى مشتقة من هذه الفرضية غير معروفة سلفا ، تنبؤات ، تكتسب الفرضية صفة القانون او النظرية ، وكلما اجتازت الفرضية تنبؤات اكثر تحققوا فعليا فقدت صفتها الفرضية واكتسبت صفة القانون العلمي . اما في الحالة العكسية السلبية المتطرفة ، اي فيما اذا لم تجتز الفرضية اي تنبؤ ، فقدت تلك الفرضية صفة العلم واصبحت اعتباطية .

يعتبر التنبؤ اهم معالم الحتمية الميكانيكية تاريخيا ، فقد كان من الممكن مبدئيا — حسب تصورات الميكانيك الكلاسيكي — حساب الحالة المستقبلة لاي نظام من حالته الراهنة ، وخير مثال على ذلك الميكانيك الفلكي ، حيث يستطاع التنبؤ

بمواضع الشمس والقمر والكواكب لاي زمن بدقة كبيرة . وكان الربط بين السببية والتنبؤ امرا طبيعيا لدى الكثير من الفيزياويين والفلاسفة . غير ان السببية شرط ضروري ، الا انه غير كاف ، للتنبؤ العلمي .

يرمي بعض الفيزياويين والفلاسفة من وراء ربط السببية بامكانية التنبؤ (بالمعنى الحتمي الميكانيكي) نكران مبدأ السببية في العالم الصغير ، ذلك لان الاحداث في العالم الذرى لا تخضع لقوانين الميكانيك الكلاسيكي ، بل تخضع للقوانين الاحتمالية للميكانيك الكوانتي ، حيث لا يمكن قول شيء محدد عن سلوك دقيقة مفردة .

لا يقتصر واجب التنبؤ على معرفة الواقع الموضوعي وحسب ، بل يمتد الى تغييره العملي ايضا . اي ان للتنبؤ وظيفة عملية ، سواء كان ذلك في الطبيعة او في المجتمع . فالتنبؤ يؤثر على نشاط الناس في تغيير محيطهم الطبيعي ، كما يؤثر على سلوكهم ونشاطهم الاجتماعي ، ويوجهه باتجاه معين .

ان امكان استنتاج التنبؤات المستندة على العلم وتحققها عمليا هو — من وجهة نظرية المعرفة — برهان على وجود العالم الموضوعي الواقعي ، وتفنيد للتفسير المثالي الذاتي للعلم ، ورد على الزعم بأن العلم لا يعدو عن كونه مجموعة اصطلاحات .

الفصل الرابع

المسائل الفلسفية في النظرية الكوانتية

بعض الحقائق الفيزياوية

معالم الفيزياء الكلاسيكية

تتألف الفيزياء الكلاسيكية من جزئين رئيسيين هما ميكانيك نيوتن والكترودينامك ماكسويل . وتتضمن هاتان النظريتان القوانين الفيزياوية التي تحكم حركة الدقائق والمجالات ، اللبنتين اللتين يتألف منهما العالم الكبير . هاتان المادتان توجدان في الفيزياء الكلاسيكية مستقلتين عن بعضهما ، ولا تستطيع احداهما التحول الى الاخرى ، اي ان كل لبنة يتألف منها العالم هي اما دقيقة او مجال .

اما الضوء فقد اصبح بعد اكتشاف ماكسويل النظري للامواج الكهرمغناطيسية جزءا من الالكترودينامك . واما الصوت فتعالج ظواهره باعتبارها تموجات في وسط مادي ، صفتي ، تخضع لقوانين الميكانيك . واما علم الحرارة (الثرموديناميك) فقد استطاع بولتزمان اشتقاق قوانينه الرئيسية بالاعتماد على الميكانيك الكلاسيكي ونظرية الاحتمال (الميكانيك الاحصائي) .

الفضاء والزمان في الميكانيك الكلاسيكي « مطلقان » ، اي انهما لا يعانيان اي تأثير من جانب

الاجسام . ولكن منهما وجودا موضوعيا مستقلا عن المادة . وتنطبق على الفضاء هندسة اقليدس .

ويسود في الميكانيك الكلاسيكي الحتمية الميكانيكية . اي حينما يعرف موضع جسم وسرعته وتتوفى القاعدة عليه في لحظة من الزمان ، يتحدد بذلك مساره في المستقبل ويمكن التنبؤ عنه . وعند يمكن انه من الممكن تعيين موضع اي جسم او نقطة كيفية وسرعته في اي وقت تعيين تاما .

وتبعا لنظرية ماكسويل في "الالكتروديناميك من الممكن معرفة التغيرات التي تطرأ على المجال الكهربائي المغناطيسي في الفضاء والزمان معرفة تامة وتنبؤ عنها . اذا عرفت حالة المجال في لحظة معينة .

فشل الفيزياء الكلاسيكية في العالم الصغير
ثنائية الدقيقة ـ الموجة

يفسر الضوء وغيره من الاشعاعات في بعض الظواهر كالتداخل والحيود والاستقطاب كحركة موجية . وفي ظواهر اخرى كالفعل الكهربائي الضوئي ، فعل كومبتون ، كالدقائق . كما تبدو الدقائق الاولية ، الالكترونات وغيرها ، في بعض التجارب ، مسارات في الحجرة الغيمية ، واصطدامات ... كالدقائق . وفي تجارب اخرى (تجربة دافيسون ـ جرمر ، امكن حيود الاوه .. كأمواج . وتعبر عن هذه الحقائق بثنائية الدقيقة ـ الموجة . اي ان الدقائق الاولية تبدو مرة كدقائق كلاسيكية . ومرة اخرى كأمواج كلاسيكية . فالصورة الاولى تنطوي على التقطع والثانية على الاتصال . وبما ان الصورتين ، الكلاسيكيتين ، تستبعد احداهما الاخرى ولا تتوافق معها ، ممكن ان نستنتج ان المادة في جوهرها لا تتفق مع تصورنا الكلاسيكي عنها . والمادة لا تتألف من دقائق بالمعنى الكلاسيكي ولا من امواج موجي بالمعنى الكلاسيكي ايضا . انها تتألف من شيء آخر يعجز الانسان عن تكوين صورة له . وهو الذي يجمع بين التقطع وبين المعادلات الرياضية لوصف حركته .

ان اية نظرية فيزيائية تستهدف وصف الواقع الموضوعي يجب ان تستند على هذه الثنائية بصورتها في الطبيعة . وان تكون قادرة على تفسير الخاصتين الظاهرتين المتناقضتين للمادة . لان المادة واحدة . ويجب النظر اليها باعتبارها واحدة . ان الثنائية هنا فلا تعني سوى مظهرين مختلفين يمكن ان تبدو لنا بهما المادة الواحدة ، بطريقة تشبيه

التجارب ، مسارات في الحجرة الغيمية . واصطدامات ... كالدقائق . وفي تجارب اخرى (تجربة دافيسون ـ جرمر ، امكن حيود الاوه .. كأمواج . وتعبر عن هذه الحقائق بثنائية الدقيقة ـ الموجة . اي ان الدقائق الاولية تبدو مرة كدقائق كلاسيكية . ومرة اخرى كأمواج كلاسيكية . فالصورة الاولى تنطوي على التقطع والثانية على الاتصال . وبما ان الصورتين ، الكلاسيكيتين ، تستبعد احداهما الاخرى ولا تتوافق معها ، ممكن ان نستنتج ان المادة في جوهرها لا تتفق مع تصورنا الكلاسيكي عنها . والمادة لا تتألف من دقائق بالمعنى الكلاسيكي ولا من امواج موجي بالمعنى الكلاسيكي ايضا . انها تتألف من شيء آخر يعجز الانسان عن تكوين صورة له . وهو الذي يجمع بين التقطع وبين المعادلات الرياضية لوصف حركته .

ان اية نظرية فيزيائية تستهدف وصف الواقع الموضوعي يجب ان تستند على هذه الثنائية بصورتها في الطبيعة . وان تكون قادرة على تفسير الخاصتين الظاهرتين المتناقضتين للمادة . لان المادة واحدة . ويجب النظر اليها باعتبارها واحدة . ان الثنائية هنا فلا تعني سوى مظهرين مختلفين يمكن ان تبدو لنا بهما المادة الواحدة ، بطريقة تشبيه

النظرية الكوانتية

النظرية الكوانتية نظرية فيزيائية نشأت في الأساس من أن بعض المقادير الفيزيائية ، كالطاقة والزخم الدوراني والكتلة ، لا تتخذ قيما مستمرة متصلة بصورة اعتباطية . انما تأخذ قيما متقطعة ، تزداد أو تنقص بالامتداد أو بالاضعاف بقيم متقطعة أجل ، كوانتات .

كانت الذرات حتى قبيل نهاية القرن التاسع عشر تعتبر أصغر أحجار المادة التي لا تتجزأ ، وكانت كتلة ذرة أي عنصر تعتبر أصغر كتلة . ولما اكتشف الإلكترون ج . ج . طومسون (١٨٩٧) اعتبرت كتلته أصغر قيمة تستطيع أن تتخذها ، أو تعبر بها ، الكتلة الكهربائية . وفي عام ١٩٠٠ استطاع بلانك تفسير توزيع الطاقة في طيف الإشعاع للجسم الأسود بجسم الفرض بعدم جميع الإشعاع تنبعث منه ، فرأى أن الطاقة تشع وتمتص بكوانتات ، متقطعة ، وأي بكوانتم الفعل ، أثبت بلانك هذا . وقد برهن البحث الفيزيائي اللاحق أن فرضية بلانك هذه مثمرة جدا . فعلى أساسها استطاع بور أن يفسر على التناقض الموجود في موديل رذرفورد للذرة بافتراض أن للإلكترون مدارات مستقرة في الذرة لا يشع فيها طاقة عند

دورانه . وأن الذرة لا تشع طاقة الا حينما ينتقل الالكترون من مدار ذي طاقة عالية الى اخر ذي طاقة أوطأ منها (موديل بور للذرة شبه الكلاسيكي) .

ومنذ عام ١٩٢٥ بدىء ، بالاعتماد على فرضية الكوانتات ، في بناء نظرية فيزيائية عن **العالم الصغير** عالم الذرات والجزيئات والدقائق الاولية ، اي الميكانيك الكوانتي او الميكانيك الموجي . وقد طورت هذه النظرية عن طريقين مختلفين مستقلين عن بعضهما :

أ ـ الطريق الاول اتبعه شرودنكر بتطوير فكرة دي برولي بتمثيل حركة الدقيقة بموجة (الميكانيك الموجي) .

ب ـ الطريق الثاني اتبعه هايزنبرك حيث انطلق من ميكانيك الدقائق الكلاسيكي وجعل لكل مقدار فيزيائي ماتريكس يمثله (ميكانيك الماتريكس) .

وبعد ذلك بفترة وجيزة اثبت ان الميكانيك الموجي وميكانيك الماتريكس متكافئان رياضيا ويؤديان الى نفس النتائج الفيزيائية .

وقد ربط ديراك الميكانيك الكوانتي بنظرية النسبية وانشأ الميكانيك الكوانتي النسبي .

تبين من نجاحات النظرية الكوانتية في تفسير ظواهر العالم الصغير ان الدقائق والذرات لا يمكن

وصفها بصورة الدقائق الكلاسيكية ولا بصورة الموجة الكلاسيكية. وان مسألة ثنائية الدقيقة-الموجة ليس لها طبيعة فيزيائية في الاساس ، انما تتولد من تصورنا المحدود لبنية المادة ، أي من استخدام احدى الصورتين الكلاسيكيتين بمفردها .

من اهم معالم النظرية الكوانتية الحديثة (الميكانيك الكوانتي) وصفها لحركات الجسيمات الصغرى بواسطة دالة موجية لا تقدم معلومات محددة عن الجسيمة الواحدة ، انما تعطي معلومات « احتمالية » عن سلوكها . وبعبارة اخرى ان قوانين الميكانيك الكوانتي قوانين احتمالية .

واهم ما يرتبط بهذه النظرية من الناحية الفلسفية هي مسألة القانون الفيزيائي والحتمية والسببية ، وعلاقتها بالصدفة وبإمكانية التنبؤ بالاحداث الطبيعية . والعلاقة بين المتصل والمتقطع .

علاقة اللادقة uncertainty relation

اكتشف هايزنبرك علاقة اللادقة عام ١٩٢٧ ، وفحواها انه لا يمكن تعيين موضع دقيقة وزخمها بدقة تامة في آن واحد . ويعبر عن هذه الحقيقة رياضيا بالشكل التالي : $\Delta p \cdot \Delta q \geq \hbar$

حيث تعني [illegible] اللادقة في تعيين الزخم ، و [illegible] اللادقة في تعيين الموضع .

لا تقتصر علاقة اللادقة على موضع الدقيقة وزخمها . بل تشمل مقادير فيزيائية اخرى مثل الطاقة والزمن ، والازاحة الزاوية والزخم الدوراني .

لا يمكن تخفيض حدود اللادقة المعنية في العلاقة المذكورة ، اي لا يمكن زيادة دقة التعيين ، بزيادة دقة جهاز القياس او طريقته ، او حذف التشويشات والاضطرابات التي قد تحدث اثناء القياس . فاللادقة ليست امرا ذاتيا ، انما هي موضوعية . تتعلق بطبيعة الدقائق الاولية وبنيتها المعقدة . وليست علاقة اللادقة تعبيرا عن جهلنا ، بل ان لها محتوى موضوعيا .

ينطوي مبدأ اللادقة على قصور صورة العالم الميكانيكية وضيق حتميتها . وهي تبين الحدود التي تصبح فيها الصورة الدقائقية وحدها او الصورة الموجية وحدها عن المادة . وتمنى تقديرا للخطأ الذي يقع فيه المرء حينما يستعمل احدى الصورتين فقط .

مسائل نظرية معرفية متعلقة بالميكانيك الكوانتي

مبدأ التطابق : Correspondence Principle

هو المبدأ القائل ان نظرية تصح في مجال معين

لا تفقد صحتها فقدانا تاما بشكل نظرية جديدة أعم، بل تصبح قوانينها وصياغتها الرياضية حالة خاصة جدية من قوانين النظرية الجديدة وصياغتها الرياضية . حينما يتخذ البارامتر الخاص بالنظرية الجديدة قيمة معينة . وقد صاغ هذا المبدأ بشكله الخاص لاول مرة نيلزبور عام ١٩١٣ بصدد العلاقة بين الفيزياء الكلاسيكية والفيزياء الكوانتية : ان الفيزياء الكوانتية تعطي نفس نتائج الفيزياء الكلاسيكية حينما يكون العدد الكوانتي كبيرا . او ان قوانين الفيزياء الكوانتية ومعادلاتها تتحول الى قوانين الفيزياء الكلاسيكية حينما يصغر ثابت بلانك الى الصفر . $0 \leftarrow h$.

وقد ابان التطور التالي في الفيزياء ان لهذا المبدأ اهمية كبيرة في الانتقال من ميدان في الفيزياء الى اخر . ومن نظرية الى اخرى . فقد تبين مثلا ان البصريات الهندسية حالة خاصة جدية للبصريات الموجية ، وذلك حينما يقترب طول الموجة من الصفر . وان الميكانيك الكلاسيكي حالة خاصة جدية للميكانيك النسبي حينما تكبر سرعة الضوء الى اللانهاية ، (او حينما تكون سرعة الجسم بطيئة جدا بالمقارنة مع سرعة الضوء) . ويصح مبدأ التطابق على علوم اخرى . فقد تبين ان هندسة اقليدس حالة خاصة جدية للهندسة اللااقليدية ، وذلك حينما يصبح تحدب الفضاء صفرا .

يختلف مبدأ التطابق عن المبادىء العلمية الاخرى كمبدأ حفظ الطاقة مثلا . في انه لا يخص اجسام وعمليات مادية بصورة مباشرة . بل يعالج روابط النظريات العلمية . وبهذا فهو مبدأ علمي فوقي .

ومن الناحية الفلسفية يستند مبدأ التطابق على العلاقة الجدلية بين الحقيقة النسبية والحقيقة المطلقة . فاية نظرية علمية تنجح في تفسير ميدان معين من الظواهر . وتمثل بذلك حقيقة نسبية . لا تهمل او تنبذ او ترمي عرض الحائط بتطور المعرفة العلمية وارتقائها . بل تتخذ بصورة جدلية اي تبقى ضمن حقيقة نسبية اخرى اغنى درجة كحالة جدية . ورغم ان النظرية الجديدة تنفي القديمة . الا انها لا تنفيها نفيا ميتافيزيقيا . اي تبتدأ باعتبارها خاطئة . بل تنفيها جدليا حيث تشير الى محدوديتها .

مبدأ التكميلية : Complementarity Principle

مبدأ معرفي ومنهجي صاغه نيلزبور ، ١٩٢٨ ، وينص على ان الوجهين اللذين تظهر بهما الدقائق الصغرى الاولية ، الجسيمي والموجي ، يناقض احدهما الاخر ويستبعده . الا انهما يكمل احدهما الاخر . وبكلمة اخرى ان الوجهين لا يظهران في تجربة واحدة .

مبدأ المشاهدة :

التي لا اساس لها في دراسة الطبيعة ، لانه اكد على الاساس التجريبي الذي لا يستغني عنه في هذه الدراسة .

وكان الاساس الذي اعتمد عليه اينشتاين الذي لمبدأ المشاهدة مقولة برتلي : « الوجود هو ما يحس به — المدرك » .

ان قابلية المشاهدة قد تكون متروكة للزمان ، لانها تعتمد على مستوى تطور العلم في زمن معين ، وقد يؤدي استحالة الاخذ بها من اجل التسليم بوجود الشيء الى استنتاجات خاطئة ، فتصبح عائقا في سبيل البحث العلمي . لان عدم قابلية مشاهدة الشيء لا تستلزم عدم وجوده .

اما من وجهة نظره المعرفية فيتفق مبدأ المشاهدة مع حقيقة وجود واقع مستقل عن الوعي . ويكمن الخطأ الاساسي لهذا المبدأ في اهمال النظرية وجعل التجربة مطلقة . وقد ابان تطور الفيزياء الحديثة ، على انعدام مبدأ المشاهدة ، ان التفكير التجريدي ، والاستنتاجات الرياضية ، القوانين الرياضية يمكن ان تقدم معارف موثوقة يركن اليها . لذلك يحاول اتباع مبدأ المشاهدة ان يحسبوا حسابا لهذه الحقيقة ، بان يستعيضوا عن قابلية المشاهدة التجريبية [illegible] المشاهدة المنطقية .

[illegible] المشاهد [illegible] تفسير دور
[illegible] التجربة بحد ذاتي . ويذهبون الى ان
فعل المشاهد او الفنان يعب دورا رئيسيا بحيث
[illegible] بالفعل عن تعلب الفلسفة الانكليزي ملا
وحسب . بل بسبب انه انكليزي لا يمكن انكاره .
ويبدأ فعل المشاهد يعتمد في ايجاد او خلق هذه
الصفات . وهذا يعني انكار فكرة ان العالم
مستقل موضوعيا عن الانسان المشاهد . فالانسان
المشاهد خلال تعرفه على العالم يدعمه — حسب
هذا الرأي — مساهمة اساسية في خلقه . ولا بد
هنا من كلمة تحذير حول هذه الفكرة الدالة
على مذهب فلسفي خاص بها — وهي الصفة التي
تسمه المنتمين الى « مدرسة كوبنهاكن »
تختلف جذريا عن الفكرة المألوفة التي تعتقد ان واجب
العلوم لا تفسير الطبيعة وحسب . بل تغييرها
ايضا . فتغيير العالم هنا يجري بإرادة مقصودة
من الانسان بالاعتماد على معرفة قوانين العالم
الموضوعية .

مدرسة كوبنهاكن ومعارضوها

مدرسة كوبنهاكن جماعة من الفيزيائيين
تجمعت حول نيلز بور (معهد الفيزياء النظرية في
كوبنهاكن) في العشرينات وأوائل الثلاثينات من هذا

القرن . وذهبت في تفسير الصفة الكوانتية الجديدة مذهبا خاصا صارا بالفلسفة الوضعية الجديدة التي اخذت تنسب كونتا « فلسفة العلم » .

ومن الممكن هنا ان نقدم وقفة قصيرة لبيان اهم معالم الفلسفة الوضعية .

الوضعية تيار مستمر منذ — داتن . ينطلق من فكرة ان المعطيات الحسية المباشرة هي مصدر كل المعرفة . وتبنى هذه المعطيات الحسية منفصلة عن بعضها . غير مترابطة . لان الوضعية لا تجيز تعميم الخبرة واستنتاج القوانين . اما العالم الخارجي الواقعي الموجود موضوعيا فيبدو في رأي الوضعيين ليس من المعطيات . لان الاحساسات لا تدرك الا الاشياء الجزئية .

نشأت الوضعية كرد فعل لخيبة الامل في الفلسفات التقليدية القديمة التي عجزت عن حل المشاكل الفلسفية التي اثارها تقدم علوم الطبيعة . وقد تعمقت خيبة الامل هذه بالاكتشافات الكبيرة التي انجزتها الفيزياء في بداية القرن العشرين . في المجالين العملي والنظري . ولا سيما بعد تطوير النظرية النسبية والنظرية الكوانتية . وما استوجبته من اعادة النظر في العديد من المفاهيم الفلسفية

[illegible] وهل توجد من [illegible] ؟ ما هي النظرية النسبية ؟ وكيف تبنى ؟ وكيف ترتبط النظرية بالواقع العملي ، التجربة ؟

وقد ادى تطور المنطق الرياضي وتطبيقه على المسائل الرياضية الاساسية وخاصة الهندسة في ضوء النظرية ، الى ظهور تيار وضعي جديد ، الوضعية المنطقية ، يعتبر البحث المنطقي سبيلا لفلسفية هذه الفلسفة وأسلوب تحليلها الوحيد ، مستبعدا بذلك وبشكل حاسم المسائل الميتافيزيقية التقليدية العقيمة التي لا يجدي نفعا ولا ترتجى اي نتيجة علمية واضحة . وقد ذهب الوضعيون الجدد الى وجوب الفصل بين المسائل العلمية الحقيقية والمسائل « الميتافيزيقية » اي « لا معنى لها » حسب تعبيرهم . الا ان مشكلة « المعنى » هذه ظلت عندهم الى جميع المسائل التي تتعلق بالواقع الموضوعي وعلاقته بالفكر بحيث اعتبرت هذه مسائل « لا معنى لها » . وقد اعتبروا ان الفلسفة « جدلية » في نظرتها للعالم وتقف فوق الاتجاهات وحرموا عليها بحث المسائل الاجتماعية . هذا بالرغم من ان ادعاءهم بالحياد ورفضهم للميتافيزيقيا لا يؤيده واقعهم ، اي انتماءاتهم وسلوكهم الاجتماعي والسياسي .

ان الفلسفة فعل انساني خلاق وتقدمي . والتراجع في حياتنا الشعبية ، والاعتماد على الغير العمل الايدي ، وبعد الفرنسيات الثقافية . هذه كلها عوامل جعلت حزب التوحيدي الجديد التأكيد على « رد الاعتبار للعقل » ولذلك فليس من الغريب ان نجد عند الفيزيائيين والرياضيين ومفكرين اخرين كاينشتين ، بور ، كولن ، من الذين لا يرضيهم عجز الفلسفات التقليدية التي لا تقدم حلا لمشاكل العلم ، وتحاول ان تقف فلسفة تتفق مع العلم ، اعتقادا ان الوضعية الجديدة فلسفة العلم المتطور ، وتعبير فلسفة العلم الحديثة .

ان المنطق الرياضي ، التجريبي ، فلسفة الوضعية بكل اشكالها ، والخروج واجب الفلسفة الى التحليل المنطقي للعلم ، كما تذهب اليه الوضعية المنطقية ، يسلبها حق الادعاء بكونها ، فلسفة العلم ، ولا يستند على تطور العلم ، كما لا يصح ان يكون اساسا لبناء فلسفة علمية ، ان محاولة منطقي الوضعية الجدد جعل الفلسفة علمية ، قد انتهت بهم الى انكار كون الفلسفة علما .

وتعبر الوضعية عن سلبية المعادية للعلم باصرارها على البقاء في المستوى التجريبي ورفض التعميمات النظرية ، وفصل الاشياء والظواهر من

علاقاتها التاريخية وارتباطاتها ببعضها . والنظر اليها باعتبارها اشياء وظواهر منفردة . وكلمة كارناب ، وهو من ابرز ممثليها : « ليس في العلم عمق . انما هو سطحي فقط » تعبر عن هذا الاتجاه تعبيرا مركزا واضحا . فالوضعية لا تعترف بوجود حقائق وراء الظواهر وترمي الى اقتصار التفكير على الظواهر الملحية للعمليات الطبيعية والاجتماعية دون الغوص الى اسبابها وارتباطاتها وقانونياتها .

وبنفس الاتجاه تستهدف الفلسفة الوضعية اختزال الظواهر الاجتماعية الى ظواهر اشخاص منفردين . والعلاقات الاجتماعية الى علاقات بين افراد . وان محاولة الوضعيين الجدد اختزال جميع العلوم ، بما في ذلك العلوم الاجتماعية ، الى الفيزياء تمثل تعميما لاتجاه الوضعية في انكار وجود قوانين موضوعية خاصة للمجتمع وتطوره .

لقد اثرت الفلسفة الوضعية الجديدة على ممثلي مدرسة كوبنهاكن مدة طويلة تأثيرا غير قليل. ويجب ان نشير بهذا الصدد الى ان مدرسة كوبنهاكن لا تمثل نهجا فلسفيا موحدا تماما . وان تفسير كوبنهاكن للميكانيك الكوانتي ينطوي على تعدد في الاتجاهات الفلسفية بدءا من آراء وضعية متطرفة كما هي الحال مع بوردان ، الى بعض المواقف المادية غير الثابتة كما هي الحال مع بورن .

كما ان آراء العديد من ممثليها لم تبق على هي دائما ، بل تطورت وتبدلت مع الزمن ، مع تزوف عن الوضعية المتطرفة وميل لدى البعض نحو المادية (بور ، بورن) .

ما يلي ابرز نظرات مدرسة كوبنهاكن للاحداث في العالم الصغير :

أ ـ ان جسيمات العالم الصغير لا تكتسب واقعا موضوعيا الا حينما يسجل بواسطة جهاز مختبري ونحس بها احساسا ماكروسكوبيا ، الحس او المشاهدة .

ب ـ لا يمكن الفصل فصلا قاطعا بين المشاهد (الانسان او الجهاز) والمشهد الدقيقة ، الذرة ، اي بين الذات والموضوع . وان العالم الدقيقة مثلا ليس له واقع موضوعي مستقل عن المشاهد .

جـ ـ التفاعل بين الجسيم الصغير وجهاز القياس يخلق اضطرابا في الجسيم لا يمكن السيطرة عليه او معرفته مقدما .

د ـ للمشاهد امكانية الاختيار الحر بين ترتيبين مختبريين مختلفين يؤدي كل منهما الى معلومات عن الجسم الكوانتي تتنافى مع ما يؤدي اليه الترتيب الآخر ، الا انهما تكملان بعضهما (مبدأ التكميلية) .

[illegible]

[illegible]

[illegible]

المسبق لتدخل الفعل الفعلي في العالم المادي والموجه لاختيار نسبه هو المعرفه الواعية للقوانين الطبيعية المصاغه بقالب رياضي (٤) . وهذه فكرة مادية تماما . وكتب في مكان آخر انه يمثل بشكل من الاشكال « محاولة لوصف العالم في المدى الذي يكون فيه هذا العالم مستقلا عن فكرنا وعملنا . اما حواسنا فليست سوى وسيلة محدودة الكمال ، تمكننا من اكتساب المعرفه عن العالم الموضوعي »(٥). وهذه فكرة مادية اخرى تنسجم مع المفهوم المادي عن العالم الموضوعي .

وطالب نيلز بور (١٨٨٥ - ١٩٦٢) بكتف عن وصف الاحداث الطبيعية وصفا سببيا في الفضاء والزمان . واعتبر السببية « مكملة » للوصف الفضاء ـ زماني ، بحيث يتفق احدهما مع الاخر . قال بور « تبع تجوهر النظرية الكوانتية يجب علينا ان نتقبل الوصف الفضاء ـ زماني ومطلب السببية اللذين كانا احد دعامتي احد المعالم الرئيسية للنظريات الكلاسيكية ، باعتبارهما شيئين متكاملين » ولكن يتفاني احدهما مع الآخر في وصف محتوى التجارب (٦) . وذهب بور الى ان الميكانيك الكوانتي لا يزودنا الا بخطة لحساب ترتبط بطريقة احصائية « احتمالية » مجموعة من النتائج ـ التي توصف كلاسيكيا ـ بمجموعة اخرى . ولا يستطيع المرء

ان يقول ان هناك جسما كوانتيا « الكترون مثلا » فهذا هو مجرد اسم نشأ عن وصف الظاهرة .

اما ماكس بورن (١٨٨٢ - ١٩٧٠) وهو احد مؤسسي الميكانيك الكوانتي وصاحب التفسير الاحصائي . فكان رغم اتصاله الوثيق بممثلي مدرسة كوبنهاكن ، الى حد بعيد معارضا للاتجاه الذهني الوضعي فيها ، ومدافعا الى حد بعيد عن المادية في تفسير الفيزياء الحديثة . فقد كتب عن « الوضعية » « الوضعية بمعناها الدقيق تنكر واقعية العالم الخارجي الموضوعي . او انها على الاقل تنكر امكانية قول شيء عن هذا العالم . وقد يظن انه لا يوجد احد من الفيزيائيين من هذا الرأي . ولكن الحقيقة انه يوجد عدد منهم كذلك . بل اصبحت هذه الفلسفة هي الموده المتبعة بينهم ... ان الوضعية المتطرفة التي لا تعترف بغير الاحاسيس كحقيقة ، وتعتبر كل ما عداها تراكيبا يربط هذه الاحاسيس ربطا منطقيا ، لا تعدو عن كونها فلسفة تتناقض بصورة واضحة مع الفلسفة التي تستهدف تفسير الحقائق . انها فلسفة ذاتية بدرجة عالية » (٧) .

رفض بورن السببية ولكنه اعترف بالحتمية . فقد كتب يقول « يدور الآن ان المساواة بين الحتمية والسببية يؤدي الى الخطأ » (٨) و « ان الميكانيك الكوانتي الجديد لا يسمح بتفسير حتمي .

ولكن بما ان الفيزياء الكلاسيكية قد سادت بين السببية والحتمية ، لذا وان المعضلة الاخيرة للتفسير العلمي للطبيعة قد حلت ، اي لا انتظر هذا الرأي ... ان العقيم الميكانيكي العلمي قد أتى بفلسفة تغني عنها من الحتمية المجردة الواضحة ، غير ان فلسفة الخرق لا تستمر على وقت الحتمية ، بل ترفض به سببا ، تبدو لي كذلك حقا »(٩) . وان الذي يجب رفضه حتما هو حتمية الفيزياء الكلاسيكية ... والمفهوم الساذج للواقع ، الذي يذهب في ادراكه لدقائق الفيزياء الغربية كما لو كانت هذه جزءا من العالم ... .

علاوة على ذلك فيجب ان نرى ان الموديلات والنماذج والصور الفيزيائية والفرضيات ليست نتاجا للتخيل الحر ، بل انها محتوى موضوعي وا تمثل اشياء حقيقية » .

ويعتقد اينشتاين ان عبء الطبيعة يجب في احداث موجود وجودا موضوعيا حقيقيا ، وان الاحساسات والملاحظات هي دلائل لهذا الخارجي .

وان هذه الطبيعة ـ الموجد ليست دليلا فقط اي منهج للكشف عن البنية المعقدة للعالم الفيزيائي الموضوعي ، وان الدقائق والامواج ليست خلقا لكريات بل انها موجودة في الواقع .

وان الحد الذي يقوم بتجربة لا يقف موقف

المتفرج منها ، بل يؤثر على الحدث الذي يرصد فحسب ، هنا تتغير بؤرة بعض الاسئلة بصورة كوبنهاكن الوضعي .

لقد وقف العديد من الفيزيائيين ضد الاتجاه الوضعي لمدرسة كوبنهاكن في تفسير الميكانيك الكوانتي ، وبالرغم من ان غالبية الفيزيائيين قد قبلت بالتفسير الاحصائي لذلك التوجه ، الا ان بعضهم لم يكتف به ، ورأى انه تفسيرا جزئيا ، يجب ان يحل محله تفسير حتمي تام ، وكان اينشتاين على رأس معارضي مدرسة كوبنهاكن .

لم يرفض اينشتاين الميكانيك الكوانتي رفضا قاطعا ، بل كان يعتبره من انجح النظريات الفيزيائية في هذا العصر ، وقد اعترف بعبقرية في تفسير المسائل الفيزيائية المرتبطة بطبيعة الدقيقة ـ الموجة واكد على نجاحه في مجالات مختلفة من الفيزياء ، وكتب قبل وفاته بقليل انه اعترف اعترافا كاملا بالتقدم الهام جدا الذي تمثله النظرية الكوانتية الاحصائية للفيزياء النظرية ... ان العلاقات الشكلية المحتواة في هذه النظرية ـ اي معانيها الرياضية ـ يجب ان تحتويها اية نظرية مفيدة مقبلة بشكل نتائج منطقية »(١١) . وقد كان اينشتاين ينظر الى علاقة الارتباط لها زلبولسكي باعتبارها حقيقة « ثبتت صحتها بصورة نهائية »(١٢) .

غير انه كان من الواضح لاينشتاين ان الدالة الموجية وصف كامل لحقيقة مفردة . بل لمجموعة . وبهذا المعنى فانها ـ حسب رأيه ـ اقل من الاحصائية لنظرية الكوانتم . وكان اينشتاين يرى ان الاحصاء لا بد ان يكون اساسا لتطور الفيزياء . واعتقد بامكان بناء نظرية تستطيع التعبير عن حركة جسم منفرد بواسطة دالة متصلة فضائيا وزمانيا . في الوقت الذي كان يرى ممثلو مدرسة كوبنهاكن في النظرية الكوانتية الاحصائية حلا نهائيا لمشاكل الفيزياء في المحتمل الذري . ولهذا السبب فان اينشتاين لم يكف عن الاعتقاد بان قاعدة الفيزياء ستبقى في المستقبل على الاحصاء . واعتقد ان هذه الفيزياء لا تعتمد مطلقا على تطور الفيزياء اللاحق.

يرى اينشتاين في الاحصاء الذي تتضمنه النظرية الكوانتية الاحصائية شيئا يتعارض مع المنطق السليم وسنفهم معه . فقد كتب الى ماكس بورن مرة « لقد تطورنا في علمنا العلمي حتى اصبحنا نفيضين . انت تؤمن بالله لعب النرد . وانا اؤمن بوجود موضوعي في العالم خاضع لقوانين اسعى لاكتشافه .. ان النجاحات الاولى لنظرية الكوانتية ليس باستطاعتها ان تجعلني اؤمن اساسا بلعبة النرد » [١٢] .

لاينشتاين منزلة كبيرة في الفكر العلمي . وهي كفاحه ضد الاتجاه الوضعي الذي ساد في مدرسة كوبنهاكن . وبذلك وقف بجانب الاتجاه العلمي المادي في تفسير قوانين الفيزياء . وقد كتب بيلدا الخصوص : « تقوم في بداية تفكيري موضوعة برفضها معظم النظريين المعاصرين . وهي انه ، هناك شيء مثل (الحالة الواقعية) لنظام فيزيائي . وجد موضوعيا ومستقلا عن كل مشاهدة او قياس . ويمكن وصفه مبدئيا بواسطة المعايير الفيزيائية »[١٤]

ومن الواضح ان مفهوم « الحالة الواقعية » لدى اينشتاين هنا يطابق مفهوم « المادة » في الفلسفة المادية . حيث تعرف بكونها الواقع الموضوعي الذي يوجد خارج الوعي ومستقلا عنه . ويؤكد الاتجاه الفلسفي المادي لدى اينشتاين من قوله التي اوردناها قبل قليل . اذ جاء فيه « ان الايمان بوجود موضوعي في العالم خاضع للقوانين اسعى لاكتشافه .. » اي ان اينشتاين لا يقتصر على الاعتراف بوجود المادة موضوعيا . بل يعترف ايضا ان حركة المادة خاضعة لقوانين موضوعية . وان الانسان يستطيع اكتشاف تلك القوانين . وقد كتب عند انبثار الوضعي صراحة . قائلا : « ان ما لا يعجبني ... هو الموقف الوضعي الذي لا يستطيع الصمود . والذي يظهر لي مطابقا لمقولة بركلي : « الوجود هو ما يحس به »[١٥] .

يجب التنويه هنا بان عددا غير قليل من كبار الفيزياويين ، اضافة لاينشتاين ، وقف ضد تفسير مدرسة كوبنهاكن للميكانيك الكوانتي ، وضد الاتجاه الفلسفي الوضعي السائد فيها ، منهم بلانك ودي بروغلي و ترلتسكي وبوم وفيجيه . وقد حاول دي بروغلي مع بوم وفيجيه التوصل الى وصف حركة الدقيقة المفردة بافتراض وجود « عوامل خافية » . وحاول بوم ، على النقيض من شرودنكر، تفسير الميكانيك الكوانتي باجمعه على اساس التصور الدوانقي الاعتيادي .

الفصل الخامس

المسائل الفلسفية في نظرية النسبية

نظرية النسبية

نظرية النسبية نظرية فيزياوية عن الرابطة بين الفضاء والزمان والحركة (النسبية الخاصة ١٩٠٥)، واعتماد البنية الهندسية للفضاء على توزيع المادة في الكون كنظرية للجاذبية (النسبية العامة ــ ١٩١٥)

كان فشل تجربة مايكلسون ــ مورلي ، التي اريد بها قياس سرعة الارض المطلقة في « الاثير الساكن » منطلقا للفيزياوي الهولندي لورنتس لوضع التحويلات المعروفة باسمه (تحويلات لورنتس) التي حاول بها ان يفسر فشل هذه التجربة بتقلص اطوال الاجسام باتجاه حركتها (تقلص لورنتس ــ فتزجرالد) وبالتالي ثبات سرعة الضوء عند قياسها من اي مرجع قصوري . وكان ذلك في الجوهر محاولة من لورنتس لتفسير نتيجة التجربة مع المحافظة على اسس الميكانيك الكلاسيكي وفكرة الاثير .

اما اينشتاين فقد افترض ــ في النسبية الخاصة ــ ثبات سرعة الضوء افتراضا ، وعمم مبدا

النسبية الغاليلي الكلاسيكي ، القائل بان قوانين الميكانيك تبقى هي هي في جميع المراجع القصورية) بحيث اصبح يشمل جميع قوانين الفيزياء . واستنتج من هاتين الفرضيتين استنتاجات لم تكن ممكنة من وجهة نظر الميكانيك الكلاسيكي (نسبية المسافة والزمن وآنية الاحداث ، وعلاقة الكتلة بالسرعة ، وعلاقة الكتلة بالطاقة) . وقد حققت جميع هذه الاستنتاجات ـ التنبؤات ـ علميا : التحولات النووية (القنبلة الذرية والمفاعلات ..) ، وسلوك الدقائق في المعجلات الكبيرة ، وقياس عمر الميزونات ، . . .

كانت نظرية النسبية الخاصة نفيا جدليا لميكانيك نيوتن الكلاسيكي ، لانها ، اذ حلت محله ، حافظت عليه كحالة خاصة حدية للاجسام التي تتحرك بسرع بطيئة جدا بالمقارنة مع سرعة الضوء ، ووسعت مجال عمل تحويلات اورنتس التي كانت بالاصل تصح على الالكترودينامك فقط ، فاصبحت تشمل جميع حقول الفيزياء .

واذ عمم اينشتاين مبدأ النسبية الغاليلي نشات مسالة ما اذا يمكن تعميم هذا المبدأ تعميما اوسع بحيث لا يبقى مقتصرا على المراجع القصورية، بل يصح على اي مرجع مهما كان نوع حركته ، وكانت هذه المسالة منطلقا لعمل اينشتاين لاقامة

نظرية النسبية العامة . وقد نجحت هذه النظرية في تفسير الظواهر الفلكية الدقيقة التي لا يمكن تفسيرها حسب الميكانيك الكلاسيكي (انحناء شعاع الضوء في المجال الجاذبي ، دوران فلك عطارد ، الازاحة الحمراء) واصبحت تعتبر نظرية عامة للجاذبية . واهم انجازاتها النظرية هو اثباتها الحقيقة المعروفة تجريبيا من تكافؤ الكتلة القصورية والكتلة التجاذبية (التثاقلية) . كما يمكن اشتقاق قانون نيوتن للجاذبية وقوانين نيوتن للحركة منها كحالات حدية خاصة . اما الاستنتاجات الكوسمولوجية التي يمكن اشتقاقها من نظرية النسبية العامة فكلها الان افتراضية (مثلا هل الكون نهائي او لا نهائي) ، ولا يمكن استنتاجها الا باضافة فرضيات اخرى على هذه النظرية .

يقوم الميكانيك الكلاسيكي ونظرية النسبية الخاصة والعامة بالنسبة لبعضها كحقائق نسبة مختلفة الدرجة ، وتنفي بعضها بعضا جدليا . فالميكانيك الكلاسيكي حقيقة نسبية تعكس جوانب معينة من الواقع الموضوعي بصورة صحيحة ، الا انه ينفي من قبل النظرية النسبية الخاصة في الاحداث التي تشتمل على سرع كبيرة تقارب سرعة الضوء . والنسبية الخاصة نفسها حقيقة نسبية تصح في الاماكن التي يمكن اهمال التجاذبية فيها . فاذا اخذت

المجالات الجاذبية بعين الاعتبار . نفيت النسبية الخاصة بواسطة النسبية العامة .

من الجوانب الفلسفية لنظرية النسبية انها تفند الاراء « الاصطلاحية » عن جوهر الهندسة ، وتبين جذورها المادية . فمسالة مدى صحة الهندسة ، اي مدى انطباقها على الواقع الموضوعي (لا مسالة امكان وضع بديهيات واشتقاق نظام متسق من المفاهيم منها خال من التناقض) قد سلمت للفيزياء اذا جاز التعبير : وبكلمة اخرى ان نظرية النسبية العامة جعلت هندسة الفضاء تتحدد بواسطة الواقع الفيزياوي . وبهذا فلا مكان للافكار الذاتية في هذا الميدان .

ان تسمية هذه النظرية بـ « نظرية النسبية » لا تعكس الا جانبا واحدا من فحواها : نسبية الفضاء والزمان والكتلة . . مما لم يمكن التفكير به كلاسيكيا. اما الجانب الاخر ، وهو اشمل واعم ، فيعبر عن العلاقة بين المفاهيم ، المقادير ، الفيزياوية المعنية ، وهي علاقة مطلقة مستقلة عن المشاهد وحركته (مطلب بقاء قوانين الفيزياء هي هي في مختلف المراجع) .

اصبحت نظرية النسبية وسيلة مفضلة لدى البعض لتبرير الاتجاهات المثالية والذاتية . فقد

اسند اليها الزعم بان كل شيء يعتمد على وجهة نظر المشاهد ، او على القياس . غير ان الجانب الذاتي هنا لا يلعب في الواقع اي دور ، لان الذات (الشخص المشاهد) يمكن ان يستعاض عنها بجهاز تسجيل دون ان تتغير النتيجة .

وحاولت الوضعية ان تسجل لها ماثرة في نبذ النسبية الخاصة لفكرة الاثير : باعتبار ان مقولتها « ما لا يشاهد ليس له وجود » قد تحققت ، والاثير لم يشاهد . غير ان هذه الجملة تصبح حينما تعكس اي « لا يشاهد ما ليس له وجود » . فاينشتاين لم يعتبر شيئا لم يستطع مشاهدته كشيء غير موجود ، بل ان هذا الشيء (الاثير) كان وجوده افتراضيا محضا ومشكوكا فيه .

ويحاول بعض اخر . « اختراع » تفسير غيبي ظلامي ، للمتصل الفضازماني رباعي الابعاد في النسبية الخاصة ، حيث يسمي هذا المتصل عند « فضاء » رباعي الابعاد ، يحل في البعد الرابع منه ملكوت الارواح والجن .

وينتشر في الفلسفة البرجوازية المعاصرة الراي (ف . فرانك) القائل بان نظرية النسبية يمكن ان تفسر ماديا ومثاليا على السواء . غير ان هذا القول

حتمي، لان نظرية النسبية تستهدف دراسة الفضاء والزمان والكتلة والطاقة وعلاقتها بالمادة والحركة وهذه لا يمكن ان تفسر مثاليا ؛ ونتائج نظرية النسبية تناقض جميع الموضوعات المثالية عن الفضاء والزمان وعلاقاتهما ، وتؤيد الاراء الفلسفية المادية .

تنتج من نظرية النسبية ايضا بعض النتائج الجديدة بخصوص السببية ، وذلك انطلاقا من نهائية سرعة الضوء ، اي : اذا كان هناك حد اعلى للسرعة المادية فلا يمكن ان يمارس كل شيء على كل شيء تأثيرا بصورة مطلقة، وهذا كما يصوره «مخروط الضوء» لا يكون ممكنا الا داخل المخروط الامامي . الذلك توجد رابطة اساسية بين البنية الفضازمانية لاجزاء الكون وبنيتها السببية .

الفضاء والزمان

أ ـ فيزياويا :

الفضاء متصل ثلاثي الابعاد : فهو متصل لانه يوجد لكل نقطة فيه عدد غير محدود من النقاط المجاورة التي يمكن ان تقترب منها ما شاء المرء . وهو ثلاثي الابعاد لان موقع اية نقطة فيه تتحدد بثلاثة احداثيات x,y,z .

عند البحث في مسألة الفضاء يحدث احيانا خلط بين الفضاء الفيزياوي ومختلف الفضاءات الرياضية التي تجد لها استعمالات في الفيزياء الحديثة . فهناك مثلا فضاء الطور Phase Space: (في الفيزياء الاحصائية والترموديناميك) وفضاء هلبرت (الميكانيك الكوانتي) والفضاء الايسوتوبي (الفيزياء النووية) ، الخ . هذه الفضاءات التجريدية التي تلعب دورا هاما في الفيزياء الحديثة لها خواص رياضية تشترك فيها مع الفضاء الفيزياوي .

الفضاء والزمان في نظرية النسبية الخاصة :

الفضاء في النسبية الخاصة ليس مطلقا ؛ اي ليس مستقلا عن المرجع . وكذلك الزمان فهو ليس مستقلا عن المرجع ايضا . وهكذا يصبح القول ان النسبية الخاصة قد ازالت الفضاء المطلق ، تماما كما يقال انها الغت « الاثير » من معجم الفيزياء . فعند الانتقال من مرجع قصوري الى مرجع قصوري اخر لا يتغير الفضاء وحده بل الزمان ايضا . ومعادلات التحويل التي تطبق هنا هي معادلات لورنتس . وتعطي هذه التحويلات فكرة عن ارتباط الزمان والفضاء ببعضهما ؛ يتجلى هذا الامر بوضوح اكثر حينما ننظر الى المعادلة الخاصة بتحويل الزمن :

$$t' = \frac{t - vx/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

فهنا نجد ان الزمن يعتمد على السرعة النسبية للمرجعين وعلى المسافة بينهما . كما يتجلى ارتباط الزمان بالفضاء في النسبية الخاصة في مسألة « التواقت » . فالفارق الزمني هنا ايضا يعتمد على السرعة النسبية للمرجعين وعلى المسافة بين موضعي الحادثتين :

$$\Delta t = \frac{v(x_1 - x_2)/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

لهذا فالفضاء والزمان في النسبية الخاصة متصل « فضازماني » رباعي الابعاد يكون فيه الفضاء والزمان غير قابلين للفصل موضوعيا .

« عالم » منكوفسكي رباعي الابعاد :

دعى منكوفسكي Minkowski المتصل الفضازماني رباعي الابعاد الذي تجرى فيه الاحداث الفيزيائية « عالما » والحدث الذي يتم في نقطة من نقاطه « نقطة العالم » . فنقطة العالم هذه تطابق نقطة في فضاء ثلاثي الابعاد ولحظة زمنية معينة . وكل حادثة في عالم منكوفسكي تحدد باربعة احداثيات ، ثلاثة منها فضائية x, y, z وواحد منها زماني t . وقد ادرك منكوفسكي ان «العالم» رباعي الابعاد شبيه في خواصه «الشكلية»

بالفضاء الهندسي الاقليدي ثلاثي الابعاد . هذا الشبه يكمن في عدم تغير invariance . او ثبات ، العبارة الرياضية الخاصة بالمسافة في هندسة اقليدس بالنسبة لانتقال ودوران محاور الاحداثيات :

$$s^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$$

وثبات العبارة الرياضية في النسبية الخاصة بالنسبة لتحويلات لورنتس :

$$s^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2$$

والمقدار الاخير في هذه المعادلة يقصد به ما يلي :

$$x_4^2 = -c^2 t^2$$

$$(i = \sqrt{-1}) \quad x_4 = ict$$

فالكمية الخيالية ict تمثل الاحداثي الزمني للحادثة . وهنا يكتسب احداثي الزمن نفس اهمية اي من الاحداثيات الفضائية . وتسمى الكمية s « مسافة » بين حادثتين في «العالم» رباعي الابعاد . ان كون احداثي الزمن في المتصل الرباعي خياليا يعبر عن حقيقة ان لاحداثي الزمن خواصا تختلف نوعيا من خواص الاحداثيات الفضائية الثلاثة . والمتصل الفضازماني رباعي الابعاد في نظرية النسبية الخاصة ليست له مقاييس اقليدية ، ولهذا ينعت بكونه « اقليديا زائفا » pseudo-euclidian . ولهذا السبب لا يمكن

النظر الى عالم منكوفسكي كفضاء رباعي اقليدي (باحداثيه الخيالي للزمن) الا من الناحية الشكلية فقط . ان تحويلات لورنتس تطابق دورانا لنظام الاحداثيات في عالم منكوفسكي الرباعي .

عالم منكوفسكي منسجم homogeneous وايسوتروب isotropic فكل نقطة فيه تشابه النقطة الاخرى ، وكل اتجاه فيه يكافيء الاتجاه الاخر .

ان الانسجام والايسوتروبي — وهي خواص تناظرية يتمتع بها الفضا زمان — ترتبط ارتباطا وثيقا بقوانين الحفظ في الفيزياء. فمن تناظر الفضازمان الفيزياوي تستنتج قوانين الحفظ هذه . وكل قانون من قوانين الحفظ يستلزم دائما نوعا من التناظر .

ان حفظ الزخم يعني انسجام الفضاء، وحفظ الطاقة يعني انسجام الزمان . هذان القانونان لحفظ الطاقة والزخم يندغمان في قانون واحد هو قانون حفظ فكتور الطاقة — الزخم رباعي الابعاد . ومن هنا اتى انسجام الفضا زمان (عالم منكوفسكي) في نظرية النسبية الخاصة .

الفضاء والزمان في نظرية النسبية العامة :

نظرية النسبية العامة نظرية فيزياوية للفضازمان غير المنسجم ، ومتصل الفضازمان في هذه النظرية غير اقليدي .

صفات الفضاء حسب نظرية النسبية العامة ليست مستقلة بذاتها ، بل انها مشروطة بالمادة . فالمادة تحدد البنية الهندسية للمتصل الفضازماني كما تحدد البنية الهندسية للفضازمان حركة الاجسام والمجالات . هذه الحقيقة تبين الفرق بين النسبية العامة والخاصة ، حيث بنية الفضازمان في النسبية الخاصة مستقلة تماما عن المحتوى المادي .

ولهذا السبب لا يمكن تحديد وتعريف زمان كوني في النسبية العامة بصورة مطلقة غير مشروطة. وهذا هو فرق مهم اخر بين النسبية العامة والنسبية الخاصة . « في كل مجال جاذبي قد تبطيء الساعة او تسرع تبعا للنقطة التي تكون فيها الساعة ساكنة. ان تعريفا معقولا للزمن بمساعدة ساعات ساكنة بالنسبة للمرجع يصبح لذلك غير ممكن . وتنشأ صعوبة مماثلة حينما نحاول هنا تطبيق تعريفنا القديم عن التواقت »(١) .

ان مخروطي الضوء في نظرية النسبية العامة ليسا متناظرين بالنسبة للماضي والمستقبل في المدى الواسع . وهذا يعني ان بنية الفضازمان تتصف باللاتناظر العام بالنسبة للماضي والمستقبل . وهذا اللاتناظر قد يستفاد منه لتعريف اتجاه الزمان .

من الممكن تلخيص فكرة الفضاء والزمان في نظرية النسبية العامة لاينشتاين كما يلي :

الفضاء والزمان يمارسان تأثيرا على الاجسام، ويعانيان تأثيرا من الاجسام . يندغم الفضاء والزمان في متصل فضازماني رباعي الابعاد ، يمكن ان ينعت بكونه منسجما في المجالات الصغيرة جدا ، اما في المدى الواسع فهو بسبب انحنائه غير منسجم ، ويحدد انحناء المتصل الفضازماني بواسطة المادة .

من المفيد في هذا الموضع ان نقارن بين خواص الفضاء في النسبية الخاصة وخواصه في النسبية العامة ملخصة بكلمات اينشتاين : «حسب الميكانيك الكلاسيكي وحسب نظرية النسبية الخاصة يحوز الفضاء (الفضازمان) وجودا ذاتيا مستقلا عن المادة او المجال . ومن اجل ان نستطيع وصف مالىء الفضاء ... ينبغي ان نفترض مقدما ان الفضازمان او المرجع القصوري موجود اصلا بصفاته الهندسية ... اما حسب نظرية النسبية العامة فليس للفضاء

وجود خاص مقابل مالىء الفضاء ... فاذا افترض زوال المجال الجاذبي فلا يبقى فضاء كفضاء منكوفسكي ، بل لا شيء ابدا .... ان فضاء خاليا ، اي فضاء دون مجال ، ليس له وجود »(٢) .

فالفكرة الاساسية في النسبية العامة هي ان كل الاجسام والمجالات اللامتريكية (غير الهندسية) تحدد البنية الهندسية للفضازمان ، وجميع المجالات الفيزياوية تتاثر بدورها بالمجال الجاذبي ، اي بالبنية الهندسية للفضازمان . غير ان تاثر الاجسام والمجالات الفيزياوية بالمجال الجاذبي في نظرية النسبية العامة لا يذهب الى حد ان الاجسام والمجالات الفيزياوية غير الجاذبية تفقد شخصيتها وتصبح نتاجا للمجال الجاذبي ، بالرغم من ارتباط هذا بها وتاثيره عليها . ففي هذه النظرية يبقى كل من الكميات الفيزياوية والهندسية قائما بذاته ، وتعبر عن هذه الحقيقة معادلات المجال الواردة في هذه النظرية :

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = - \kappa T_{\mu\nu}$$

فالطرف الايمن من هذه المعادلة يمثل كثافة الطاقة والزخم والجهد لكل المجالات والاجسام الفيزياوية التي هي هندسية بطبيعتها . اما الطرف الايسر فيحتوي التنسور الاساسي المتريكي ومشتقاته ، وهو يعبر عن المجال الجاذبي وعن البنية الهندسية للمتصل الفضازماني .

الفضاء والمادة في نظرية المجال الموحد والجيومترو ديناميك

ان ظهور كميات فيزياوية الى جانب الكميات الهندسية في معادلات اينشتاين للمجال في نظرية النسبية العامة تبين ان هذه النظرية ليست نظرية هندسية صرفة . وقد كان اينشتاين نفسه يعتقد ان نظريات المجال الراهنة غير وافية ؛ لان قوانين المجال تصف الفضاء المحيط بمصدر المجال وتفشل في وصف المصدر نفسه (الشحنة الكهربائية بالنسبة للمجال الكهربائي ، والكتلة بالنسبة للمجال الجاذبي مثلا) . وذهب الى ان هذا الوضع مرتبط بثنائية الدقيقة ــ المجال السائدة في الفيزياء . وايمانا منه بضرورة التغلب على هذه الثنائية ، ذهب اينشتاين الى وجوب خلق فيزياء مجالية خالصة ، اي وضع نظرية تصح معادلاتها على المجال وعلى مصدره على السواء ، معتبرا المصدر (الشحنة والكتلة) منطقة تتكثف فيها هذا المجال . وبهذا اراد ان يبني كل الفيزياء على مفهوم واحد هو مفهوم المجال ، بحيث ان هذا يشمل كافة المجالات الكهربائية المغناطيسية والجاذبية ، كما يشمل مصادرها ايضا . وبهذا يستطيع تفسير جميع الظواهر والعمليات الفيزياوية بنظرية واحدة (نظرية المجال الموحد) بدل نظريتين

او اكثر ، وبهذا يقضي على ثنائية الدقيقة ــ المجال باسقاط فكرة الدقيقة ، واعتبار ان هذا المجال هو الواقع الفيزياوي الوحيد في الطبيعة ، وبهذا يقضي ايضا على التناقض بين المتقطع discontinuous (الشحنة ، الكتلة) والمتصل continuous (المجال) لصالح الاخير .

تتصل جهود اينشتاين لانشاء نظرية المجال الموحد ــ باعتبارها نظرية مجال صرف ــ بالجهود التي يبذلها بعض الفيزياويين النظريين لانشاء نظرية فيزياوية تعتمد على الهندسة فقط (الجيومترو ديناميك) . والجيومترو ديناميك محاولة نظرية فحواها ان العمليات الفيزياوية لا تعدو عن كونها تغيرات في بنية المتصل الفضازماني او في هندسته . فهي تستخدم الهندسة وتغيراتها مع الزمن في تفسير الظواهر الطبيعية كالجاذبية والكهربائية المغناطيسية والكتلة والشحنة والدقائق الاولية . وهي ليست بالنظرية المتكاملة بعد ، بل هي نظام من الافكار لمنهاج يرمي الى انشاء نظرية .

كتب ويلر ــ وهو من ابرز المشتغلين بهذه النظرية : « المادة حالة تهيج لهندسة ديناميكية »(٢) . ويقصد ويلر بالمادة هنا مصدر المجال . وكتب ويلر ومزنر عن وحدة الفيزياء والهندسة ، والفرق بين

الجيومترودينامك والنظريات الفيزياوية الاخرى :
« هناك فكرتان عن الفيزياء تناقض احداهما الاخرى، وهما :

١ ــ ان المتصل الفضازماني يخدم كمسرح فقط لنشاط الدقائق والمجالات وان هذه الجواهر (الدقائق والمجالات ــ م) غريبة عن الهندسة ؛ ويجب ان تضاف الى الهندسة لكي تصبح ممارسة الفيزياء ممكنة .

٢ ــ لا يوجد في العالم سوى الفضاء الفارغ المحدب . اما المادة والشحنة الكهربائية المغناطيسية والمجالات الاخرى فهي مظاهر لتحدب الفضاء . الفيزياء هندسة » (٤) .

ان نظرية المجال الموحد والجيومترودينامك يفترضان ان المحتوى الفيزياوي للفضازمان يتماثل مع بنيته الهندسية . اي انه يمكن اختزال كل الفيزياء الى هندسة الفضازمان . وبدلا من العلاقات بين الاجسام الفيزياوية في الفضازمان تحل في الجيومترودينامك علاقات بين هذه البنى الهندسية. ان مقولة نظريي الجيومترودينامك : « الفضاء هو الواقع الوحيد » يمكن ان تفسر بأن الاحداث الفيزياوية تظهر ببنى هندسية ويعبر عنها بهذه البنى ؛ ومقولة : « الفيزياء هندسة » تفسر بأننا

نستطيع دراسة العمليات الفيزياوية بدراسة البنى الهندسية للفضازمان . وذلك على اساس العلاقة **الموضوعية بين العمليات الفيزياوية والبنى** الهندسية . بهذا المعنى لا يمكن النظر الى محاولة الفيزياويين النظريين الذين يسعون لاقامة الجيومترودينامك وكانهم متاثرون في مسعاهم باحد تيارات الفلسفة المثالية. وليس في الجيومترودينامك ما يشير الى هذا ابدا ، ان الجيومترودينامك محاولة فيزياوية نظرية جدية تنسجم مع النظرة الفلسفية القائلة بوحدة العالم المادية ؛ بصرف النظر عما سيجيب هذه المحاولة من نجاح او فشل .

ب ــ فلسفيا :

يرتبط الفضاء والزمان دائما بالمادة . ولهذا فلا وجود لفضاء مطلق مستقل عن المادة ؛ كما لا وجود للزمان المطلق . والمادة لا يمكن ان توجد ولا ان تتحرك الا في الفضاء والزمان .

احتوت « اصول هندسة اقليدس » اول تنظيم وتعميم لكافة المعلومات الهندسية في العالم القديم . والفضاء الذي يوصف بتلك الهندسة ، التي تطابق الخبر الانسانية اليومية ، يسمى فضاءا اقليديا .

نجد اهم الافكار الفلسفية القديمة عن الفضاء

والزمان لدى ديمقريط وارسطو . فمن ذرية **ديمقريط** ينتج الاعتراف بالوجود الموضوعي للفضاء **والزمان ، فالفضاء هو الفراغ الذي تتحرك** فيه الذرات ، وهو شرط ضروري لحركتها . ومما يؤثر عن ديمقريط قوله « لا يوجد في الكون غير الذرات والفراغ » . اما الزمان فيوجد بالارتباط مع الحركة، رغم انه لا يرتبط بالذرات ارتباطا مباشرا . وقد ذهب ديمقريط الى ان الفضاء لا نهائي والزمان ابدي . وتبعا **لارسطو** يوجد الفضاء موضوعيا . اما الزمان ، فمع انه يرتبط بالحركة ارتباطا وثيقا ، اي ان له اساسا موضوعيا ، الا انه يوجد ك « عدد الحركة » لا يوجد بدون الروح . لان عدد وحدها هي التي تستطيع ان تعد ! وذهب ارسطو الى ان الفضاء الكوني محدود ، والزمان يجري بانتظام واستمرار . غير انه انكر وجود الفضاء الفارغ . لان قابلية المادة على التجزئة ـ حسب رايه ـ لا نهائية ، و « الطبيعة تكره الفراغ » .

وكان الفضاء في العصور الوسطى متناهيا محدودا .

اما في العصور الحديثة ، وابتداء من **كوبرنيك** فقد اصبح الفضاء لا نهائيا . وفي الزمن التالي وقعت التصورات القديمة في تناقض حاد مع الفهم العلمي للفضاء والزمان ، الذي يعتمد على اكتشافات

علم الطبيعة ، خاصة الميكانيك والفلك . وقد وقف **برونو وغاليليو** ضد تعاليم ارسطو والكنيسة ، ودافعا عن فكرة لا نهائية الكون . وكان « مبدأ النسبية » الذي صاغه غاليليو ذا اهمية كبيرة . اذ ثبت فيه انسجام الفضاء والزمان في جريان الاحداث الميكانيكية في اي مرجع تصوري .

وطور **ديكارت** في فيزيائه مفهوما جديدا للفضاء . فقد ساوى بين المادة والفضاء ، وجعل **الامتداد** صفة اساسية له ، واختزله الى دقائق مادية صغرى ـ وربما كان تصور ديكارت هذا سابقا ومطابقا الى حد لتصور الاثير في القرن التاسع عشر . اما الزمان فكان بالنسبة له نمطا للتفكير صفته الرئيسية الاستمرار . وكان الامتداد عنده ، كخاصية عامة لجميع الاجسام ، ومعها الفضاء ، موضوعيا ، اما الزمان كنمط للتفكير فكان غير موضوعي .

اكتسبت تصورات الميكانيك الكلاسيكي عن الفضاء والزمان بواسطة **نيوتن** تعميمها وشكلها **النهائي** . فتبعا لنيوتن يوجد الفضاء والزمان وجودا حقيقيا موضوعيا ، ولهما بنية مطلقة ، اي انهما يوجدان بالاستقلال عن المادة المتحركة ، وعن بعضهما البعض . وقد صور الفضاء وكانه وعاء فارغ منسجم لا نهائي تجري فيه العمليات

الطبيعية ؛ وهو ثلاثي الابعاد لا يحوز على صفات فيزياوية ، انما له صفات هندسية ـ اقليدية ـ فقط . اما الزمان فهو منسجم ويجري باتجاه واحد .

اعتراض المادي الانكليزي **تولاند** Toland على فصل الفضاء والزمان عن المادة المتحركة . وادرك **لايبنتز** ان الصفة المطلقة للفضاء والزمان هي نقطة الضعف الرئيسية في تفكير نيوتن المادي الميكانيكي ، وذهب الى ان الفضاء والزمان علاقات ترتيب بين اشياء وعمليات موجودة مع بعضها ، او تتابع احداها الاخرى . وهذا يعني ان الفضاء والزمان عند لايبنتز مرتبطان بالمادة وليس لهما واقع مطلق مستقل عنها . ولكن بما ان المادة عند لايبنتز لا تعدو عن كونها « وجودا اخر للروح » و « رباطا مهما » يمسك بالموناذات ، وان الموناذات ليس لها الا وجود روحي ، ينتهي رفضه المبدئي للصفة المطلقة للفضاء والزمان بنكران مثالي لوجودهما الحقيقي الموضوعي . فالفضاء والزمان عند لايبنتز اخيرا احساسات ذاتية ، رغم انهما يطابقان ترتيبا موضوعيا للاشياء في العالم : الشيء بجانب الاخر او الشيء بعد الاخر .

وكان الفضاء والزمان عند **بركلي** شكلين للاحساس الذاتي .

هذا الفهم المثالي الذاتي للفضاء والزمان يجد له تعبيرا متطورا لدى **كانت** . فقد ذهب كانت الى ان « الفضاء والزمان تصورات قبلية ، تصاحبنا كأشكال عقلية قبل ان يبعث هذا التصور شيء حقيقي خلال الاحساس »(٥) . وان « الفضاء ليس مفهوما تجريبيا يكتسب من خبر خارجية ... بل الفضاء تصور ضروري ، قبلي ، تستند عليه جميع نظراتنا الخارجية »(٦) . وان الزمان « ليس سوى شكل للعقل الداخلي ، اي النظر الى نفسنا والى حالتنا الداخلية »(٧) . لقد كان الفضاء الفيزياوي لدى كانت لا نهائيا ، غير محدود ، ثابتا ، متصلا ، اقليديا ثلاثي الابعاد ، منسجما ، متشابه الاتجاهات ، وكان الزمان لديه ايضا لا نهائيا ، غير محدود ، متصلا ، منسجما ، الا انه ذو بعد واحد .

ان النتائج التي توصلت اليها نظرية النسبية العامة في ان الفضاء الكوني لا اقليدي وغير منسجم هي تفنيد للصفات « القبلية » التي ارادها كانت للفضاء . وكانت الهندسات اللااقليدية اول الامر (في القرن التاسع عشر) مجرد امكانيات فكرية خالية من التناقض ، ثم وجدت لها تطبيقا في القرن

العشرين ـ في نظرية النسبية العامة . وتكمن الاهمية الفلسفية للهندسات اللا اقليدية في انها برهنت على ان طريقة التفكير الهندسي الاقليدي ليست ضرورية دائما . وكان من ابرز علماء الطبيعة الذين انتقدوا التصور الاقليدي للفضاء كاوس Gauss وهلمهولتز Helmholtz واينشتاين.

اما في فلسفة **هيجل** فكان الفضاء والزمان نتاج « الفكرة المطلقة » خلقتهما في مرحلة من مراحل تطورها ،بحيث كان الفضاء في البداية ، ثم تلاه الزمان . ولهذا فهما منفصلان عن بعضهما . وكانت المادة عنده تركيبا من الفضاء والزمان ولهذا فهي لا تحوز بالنسبة لهذين الا اهمية ثانوية ، اما الفضاء والزمان فهما كميات صرفة ، لا يؤدي تغيرهما الى تغيرات نوعية ابدا .

وذهب **ماخ** الى ان الفضاء والزمان مجموعة من الاحساسات .

اما الموضوعة الفلسفية المادية الحديثة عن الفضاء والزمان فهي ان « الفضاء والزمان شكلان لوجود المادة » . وتنطوي هذه الموضوعة على الضد من جميع الاتجاهات المثالية ، على الاقرار بأن الفضاء والزمان ماديان ، اي انهما يتجليان دائما بالارتباط مع الواقع الموضوعي الموجود خارج وعينا

ومستقلا عنه . فقد ذهب **فويرباخ** الى ان « الفضاء والزمان شكلان لوجود كل الاشياء ، وان لوجود في الفضاء هو وحده الوجود »(٨) وان « الفضاء والزمان ليسا شكلين لظهور الوجود والتفكير ، وانما هما شرطان لكيانهما ، شكلان لاستيعابهما »(٩) . وبهذا الاتجاه سار الفلاسفة الماديون في النظر الى الفضاء والزمان . « ان شكلي وجود المادة هما بدون المادة لا شيء ، تصورات فارغة ، تجريدات لا توجد الا في رؤوسنا »(١٠) . وبما ان المادية تعترف بوجود واقع موضوعي ، اي مادة متحركة موجودة مستقلة عن وعينا ، فلابد من الاعتراف بالواقع الموضوعي للفضاء والزمان .

تبلورت المقولة المادية عن الفضاء والزمان في القرن التاسع عشر كجواب على مسألة اصل تصوراتنا عنهما . فهما في الفلسفة المادية موجودان موضوعيا ، وان تصوراتنا ونظرياتنا عنهما انعكاس عن واقعهما الموضوعي ، وهما ليسا مجرد احاسيس ذاتية ، وليسا من خلق الفكر .

وقد كان العديد من الفلاسفة الماديين الى حد قريب يفسرون كلمة « شكل » الواردة في عبارة « شكل وجود المادة » باتجاه **العلاقة بين الشكل والمحتوى** . غير ان هذا التفسير يؤدي ، بسبب

اولوية المحتوى . الى صعوبات جمة زادتها نظرية النسبية حدة .

ان تاريخ تطور فهم الانسان للفضاء والزمان يبين ان تغير تصوراتنا عنهما لا يفقد واقعيتهما الموضوعي ، تماما بنفس الطريقة التي لا يفقد فيها تغير معارفنا عن بنية المادة وحركتها الواقع الموضوعي للعالم الخارجي .

الفضاء والزمان يوجدان وجودا واقعيا موضوعيا ، مستقلين عن وعي الانسان . وان المقولة المثالية في ان الفضاء والزمان ذاتيان ليست صحيحة لان النتيجة المترتبة على هذه المقولة هي انه قبل ظهور الانسان على الارض لم يوجد العالم في فضاء ولا زمان . وهي نتيجة واضحة الخطأ .

يكون الفضاء والزمان وحدة من المطلق والنسبي . فهما يوجدان وجودا مطلقا بمعنى انهما موجودان وجودا واقعيا موضوعيا مرتبطا بوجود المادة . وهما نسبيان لان خصائصهما الملموسة [illegible] على حالة المادة (سرع الاجسام ، توزيع المادة) في المنطقة المعنية من الكون .

قد يوجد سوء فهم في علاقة النسبي بالمطلق في خواص الفضازمان في نظرية النسبية . مثال

ذلك ما ذهب اليه احد الفيزياويين الذي انتقد منطلقات نظرية النسبية حيث قال : « ان الجوهري لا يكمن في النسبية بل في المطلق — في خواص الفضازمان مستقلا عن نظام الاحداثيات »(١١) . ولكن يحق لنا هنا ان نتساءل : ما هو المطلق الذي يراد به ان يكون اساسا لنظرية النسبية ؟ وماذا ينبغي ان يفهم من البنية المطلقة للفضازمان ؟ وما هي خواص الفضازمان المطلقة بالاستقلال عن الاحداثيات ؟ ان الافكار الواردة في الانتقاد المذكور تعادل نكران الفحوى الفيزياوي والفلسفي لنظرية النسبية ، ذلك لان التسليم بوجود فضازمان مطلق بالمعنى الوارد في الانتقاد يعني اهمال العلاقة بين الفضاء والزمان والمادة والحركة، واعتبار الفضازمان المطلق وكأنه قائم بذاته .

الكون واللا نهائية

الكون هو مجموع الانظمة المادية الموجودة في الفضاء والزمان (الشهب والنيازك والمذنبات والاقمار والكواكب والنجوم والمجرات ....)

ويطلق اسم « الكوسمولوجيا » cosmology على علم بنية وتطور اشكال المادة وطوبولوجيتها وحركتها وتشكيلاتها وتفسيراتها ونشوئها واضمحلالها .

كانت الكوسمولوجيا منذ اقدم الازمان مرتبطة ارتباطا وثيقا بالفلسفة والنظرة للعالم . وهي ، كعلم يتخذ كل الكون بجميع اشكال حركة المادة فيه وبنيتها اللامتناهية كميا ونوعيا موضوعا له ، لا يمكن ان تقتصر على مجرد الرصد والقياس والحساب ، انما تعتمد ايضا على افكار فلسفية عامة . ولهذا يعتمد تقدم العلم او عرقلته على الصفة العلمية التي تتمتع بها تلك الافكار . لهذا السبب كانت الكوسمولوجيا منذ اقدم العصور وحتى الان ، في بؤرة الصراع بين التيارات الفلسفية المتناقضة . وكان هذا الصراع يرتبط بصورة مباشرة او غير مباشرة بالصراعات الاجتماعية .

كانت التاملات الاولى عن الكون متاثرة تاثرا كبيرا بالاساطير (الصينيون ، الهنود ، المصريون ، البابليون) . وفي الفلسفة اليونانية ظهر بجانب التاملات المادية لفلاسفة الطبيعة اليونان عن الكون تصورات اسطورية عنه . وكان نظام ارسطو ، اوسع الكوسمولوجيات انتشارا في العصور القديمة والوسطى فقد ذهب ارسطو الى ان الكون ذو امتداد فضائي محدود ، الا انه غير محدود زمانيا ، وهو يتصف بالمركزية الارضية : ففي المركز تقع الارض الكروية الساكنة ، تحيطها كرات القمر فالكواكب فالنجوم الثابتة ، فالاله المحرك الذي لا يتحرك .

وفي هذه الكرات تدور الاجرام السماوية في افلاك دائرية حول الارض الساكنة كمركز لها . (كان ارسطو ، استنادا الى افلاطون ، يعتبر الحركة الدائرية اكمل حركة) . وقد نشات هذه الفكرة من المشاهدة اليومية البسيطة لحركة الشمس الظاهرية ، وكذلك الاجرام السماوية الاخرى ، حول الارض . اما انحرافات الحركات الحقيقية المرصودة والناتجة عن هذه الفرضية الخاطئة فقد عالجها بودوكسوس وكاليبوس باضافة كرات متداخلة . وكان ارسطو ينظر الى النجوم ككائنات تتمتع بعقل يفوق عقل البشر . وربما كان في ذلك منطلق لتطور «التنجيم» . اما العالم فلم يكن عنده موحدا : ففي العالم الارضي ، تحت كرة القمر ، كل شيء متغير ، ناقص ، وفي العالم فوق القمر ، كل شيء ثابت ، كامل .

وقد طور بطليموس هذه الصورة عن الكون الى النظام المعروف باسمه : نظام بطليموس المركزي الارضي ، الذي كان اول نظام كوني عقلاني منهجي فلكي .

وكانت صورة العالم الكنسية في العصور الوسطى تعتمد على النظام البطلمي .

وفي بداية العصر الحديث دفعت صورة الكون الارسطية الى الوراء . ففي القرن الخامس عشر تقدم كوزانوس بمقولة ان الكون لا نهائي وليس له

مركز . اما النظام المركزي الشمسي الذي اتى به كوبرنيك (الانظمة المشابهة السابقة في العصور القديمة كانت تأملية ؛ فيلولاوس ، ارستارخوس) فقد ازاح الارض عن موقعها المركزي ، ووضع الشمس محلها . كما ازاح كرة النجوم بعيدا في الفضاء وبذا اصبحت الارض هباءة في الكون الواسع . واما برونو فقد ذهب الى ان الكون لا نهائي ، وان هناك عوالم مأهولة غير عالمنا ، وبنى افكاره على مذهب وحدة الوجود .

كانت اهم نتيجة للنظام الكوبرنيكي هي تحرير علم الطبيعة من المعتقدات الجامدة ، وجعله علمانيا ، وفتح الطريق امام البحث العلمي في الطبيعة الذي يؤدي الى صياغة قوانين كمية دقيقة مبنية على التجربة والقياس والارصاد . وقد كافحت الكنيسة صورة العالم الكوبرنيكية لمعارضتها مع تعاليمها .

ان نظام كوبرنيك حقيقي موضوعيا . وان نكران الفلسفة الوضعية والاصطلاحية لهذه الحقيقة الواقعية ليس له اساس . وتحاول المثالية الحديثة الاستعانة بنظرية النسبية كي تستنتج تساوي النظامين الكوبرنيكي والبطلمي . ولكن هذا الاستنتاج غير صحيح لان جعل الكينماتيك (اسلوب الحركة) نسبيا بهذه الصورة يجعل من غير الممكن استنتاج اية علاقة فيزيائية حقيقية . والنظام البطلمي

يؤدي فوق هذا الى تناقضات مع نظرية النسبية ، اذ يجب على النجوم الثابتة حسب هذا النظام ان تتحرك بسرع هائلة تفوق سرعة الضوء بكثير .

منذ بداية العصر الحديث اصبحت معارف الفيزياء ونظرياتها وطرائقها اساسا لتكوين صورة علمية عن الكون . وقد بدا هذا التطور باكتشاف نيوتن لقانون الجاذبية . وان كان الميكانيك في البداية هو العلم الوحيد الدقيق الذي اعان البحث الكوسمولوجي . فقد اصبح الضوء وتحليل الاطياف وعلم الحرارة (الثرموديناميك) والكهربائية والفيزياء الذرية والنووية ، والنظرية الكوانتية والنسبية علوما لا تستطيع الكوسمولوجيا الاستغناء عنها . وكانت صورة الكون المادية العلمية تعتمد في البداية على تصورات الفضاء الاقليدي والميكانيك الكلاسيكي . اما الصورة الحديثة فتعتمد على هذه العلوم . وصار من الممكن معرفة بنية الاجرام الكونية ومادتها واشعاعها معرفة جيدة . ونستطيع الان ان نرصد بواسطة التلسكوبات الفلكية الكبيرة اجساما كونية تبعد عنا ٥ مليارات سنة ضوئية ، اما التلسكوبات الراديوية فتجعل بالمستطاع تمييز اجسام كونية تبعد عنا ١٥ ـ ٢٠ مليار سنة ضوئية .

ان توزيع المادة في الكون توزيعا منسجما ام غير منسجم يكتسب اهمية كبيرة في حل مسالة نهائية

او لانهائية الفضاء الكوني ، وتبعا لذلك لوضع « الموديلات » الكونية . وتشير الابحاث الحديثة الى ان توزيع المادة في الكون المعروف الان غير منتظم . ولهذا يذهب العديد من العلماء الى ضرورة وضع نظرية (موديل) الكون غير منتظم inhomogeneous وغير ايسوتروب anisotropic .

وتطرح الانواع المتعددة للنجوم (نجوم من مختلف الاصناف الطيفية ، النجوم المتلاقية ، النجوم الاقزام ، النجوم المتغيرة) مسالة تطور هذه الاجرام على بساط البحث . فقد استطاع علم الفلك الحديث ان يشخص نجوما من مختلف الاعمار : نجوما جديدة لا يتجاوز عمرها بضعة ملايين من السنين ، واخرى قديمة يقدر عمرها بعدة مليارات من السنين . وينطبق نفس الشيء على المجرات . ويبدو ان عملية نشوء الاجرام الكونية وانفجارها ليست عملية جرت مرة واحدة فقط ، انها تجري بصورة مستمرة حتى الان .

هناك « موديلات » عديدة للكون ، تعتمد كلها على فرضية هامة ، هي امكان تمديد المعرفة المكتسبة عن الجزء الواقع في مجال ارصادنا من الكون حتى تشمل الكون كله ، اي افتراض ان الجزء المرصود من الكون كبير للدرجة ، بحيث يصح اعتباره ممثلا

لكل الكون ، وان القوانين المكتشفة في هذا الجزء لا تفتصر صحتها على هذا الجزء ، بل تحوز على صحة عامة كونية .

وقد مر بنا ان نظرية النسبية العامة قد اثبتت ان المادة وبنية الفضاء-زمان تؤثر احداهما بالاخرى وتشترط احداهما الاخرى ، بحيث ان هندسة الفضاء تعتمد على توزيع المادة . وعلى ذلك فان موديلات الكون الفيزيائية الرياضية ، باعتبارها تصورات عن بنيته الهندسية ، تعتمد على الفرضيات المتخذة بخصوص توزيع المادة (كثافتها في الكون) . ويجب ان نذكر هنا ان هذه الموديلات لا يمكن بناؤها بالاعتماد على نظرية النسبية وحدها ، بل يجب اضافة فرضيات اخرى للوصول الى هذه الغاية ، قسم منها يعتمد على ارصاد فلكية ، وقسم اخر افتراضي صرف .

ان نظرية النسبية بذاتها لا تنبيء بشيء عن نهائية الكون او لا نهائيته . ولكن موديلات الكون التي تعتمد على نظرية النسبية وتتخذ فرضيات اضافية مختلفة تقدم اجوبة مختلفة على هذه المسالة .

فموديل اينشتاين لعام ١٩١٧ يؤدي الى ان الكون نهائي . وينطلق اينشتاين في بناء هذا الموديل

من فرضية انسجام الفضاء وايسوتروبيته ، وان معدل كثافة المادة الكونية ثابت ، وان العالم « مستقر » ، وان لبنية الفضاء تحدبا موجبا ثابتا ، وهذا يعني ان الكون نهائي ، مغلق ، وغير محدود .

في الفيزياء الكلاسيكية لم يكن يميز بين اللانهائية واللامحدودية . فعند نيوتن كان الكون لا نهائيا ولا محدودا في نفس الوقت . ولم يحصل هذا التمييز الا بواسطة العالم الرياضي ريمان عام ١٨٥٤ .

وفي عام ١٩١٧ ايضا قدم دي سيتر de Sitter افكارا جديدة حول الطبيعة الديناميكية للكون ، كانت اساسا لحساب الازاحة الحمراء (فايل Weyl ١٩٢٣) التي تحققت باكتشاف هبل Hubble (١٩٢٩) . وفي عام ١٩٢٢ ابان فريدمان Friedmann ان نظرية النسبية العامة لا تسمح الا بكون متطور مع الزمن ، وان تحدب الفضاء ، بالرغم من انه واحد في جميع الاتجاهات الا انه يتغير مع الزمن ، وهذا يؤدي الى تغير المسافات بين النقاط المادية ، وان سرع هذه النقاط تتناسب طرديا مع هذه المسافات . هذه الحقيقة معروفة الان باسم « توسع الكون » .

ان **نهائية الفضاء** الممكنة او **لا نهائيته ليست** مقولة **فلسفية** بل مسالة علمية طبيعية اختصاصية

(فيزيائية ، كوسمولوجية ، فلكية) وهي مسالة لم يبت بها حتى الان . وقد طورت موديلات كوسمولوجية اهمها (كودل K. Gödel وسلمانوف A. C. Selmanov) . وحسب راي سلمانوف لا يصح السؤال عن نهائية الفضاء او لا نهائيته الا في موديل كوسمولوجي بسيط يتوفر فيه انسجام الفضاء وايسوتروبيته . اما عند معالجة موديل اكثر تعقيدا (اللاانسجام واللاايسوتروبية) فيفقد هذا السؤال معناه ، وان لا نهائية الفضاء في احد المراجع لا تتنافى مع نهائيته في مرجع اخر .

لا تقتصر اهمية النهائية واللانهائية على الكوسمولوجيا وحدها ، بل تتعداها الى الفلسفة . وقد كان هذان المفهومان موضع جدل طويل في تاريخ الفكر الانساني .

وكانت موضوعة لا نهائية العالم المادي — خاصة لا نهائية الفضاء والزمان (الازل والابد) — في الماضي جزءا مهما من كافة الفلسفات المادية . وقد ارتبطت هذه القضية الفكرية في تاريخ الفلسفة بالقضية الكوسمولوجية ، وطورت فكرة اللانهائية الفلسفية اول الامر بالاعتماد على فكرة لا نهائية الفضاء بالمعنى الفيزياوي .

ورغم ان اللانهائية الفلسفية لا تماثل اللانهائية الكوسمولوجية ، اذ ان الاخيرة مسالة علمية طبيعية

اختصاصية كما قلنا ـ الا انه لا يمكن تطوير موضوعة اللانهائية الفلسفية بمعزل عن نتائج البحث الكوسمولوجي .

تعني لا نهائية العالم المادي بوجه من الاوجه وحدة العالم المادية . فالرابطة المادية في العالم لا تخرق في اي ظرف من الظروف . وان هذه الظروف هي ظروف فشازمانية . وذلك يعني ان هذه الرابطة لا تخرق في اي مكان او زمان . ولهذا فاللانهائية الفشازمانية تعني هنا ان العلاقات الفشازمانية تربط بدون استثناء بروابط متبادلة مع العلاقات المادية الاخرى .

واللانهائية بارتباطها بالتطور تعني التعقد والتعدد اللذين لا ينتهيان . ولان المادة لا تفنى ولا تستحدث ولا تستنفد نوعيا ، تكون جميع الاشكال المتناهية النسبية للمادة في نفس الوقت اشكال ظهور المادة اللامتناهية . وبهذا ترتبط اللانهائية بنهائية ونسبية كل ظاهرة مفردة ، كما تتعلق بتعددها الكمي والنوعي الذي لا يستنفد .

ان الاعتراف بالتعقد اللانهائي للمادة هو تعميم لمعرفتنا الراهنة . وتكمن الاهمية المعرفية لهذا الاعتراف في الموضوعة المادية الجدلية عن المعرفة ، وهي ان كل مقولاتنا عن بنية المادة هي حقائق

نسبية . وبهذا المعنى يصبح كل اكتشاف جديد تأكيدا لموضوعة التعقد اللا نهائي للمادة التي لا يمكن معرفتها معرفة مطلقة لسببين : الاول لان الواقع الموضوعي نفسه يتبدل ويتطور دائما ، والثاني لان المعرفة نفسها عملية معقدة في الانتقال من البسيط الى المعقد ، ومن الظهر الى الجوهر . ان موسوعة لا نهائية المادة بهذا الشكل موضوعة معرفية ، فهي ليست مقولة عن الكيفية التي توجد بها المادة ، وذلك من اختصاص العلوم المفردة الاختصاصية ، بل مقولة تعبر عن ان معرفتنا عن الكيفية التي توجد بها المادة نسبية دائما ، وليست مطلقة ، ولكنها تتقرب من الحقيقة المطلقة تقربا اسيمبتوتيا يزداد باستمرار .

ان مفهوم اللا نهائية الفلسفي لا يماثل مفهوم اللا نهائية الرياضي ، كما انه لا يختزل الى مفهوم اللا نهائية في الكوسمولوجيا . وان لا نهائية العالم ايضا لا تعني مجرد وجود عدد لا نهائي من اجسام ذات نوعية واحدة ، بل يجب ان يؤخذ بالحسبان ظهور انواع جديدة غير معروفة من المادة في الفضاء الكوني البعيد جدا ، قد تخضع لقوانين لا نعرفها الان .

الفصل السادس

مسائل معرفية في الفيزياء

النظرية الفيزياوية

النظرية مجموعة مقولات منظمة عن حقل من حقول الواقع الموضوعي او الفكر . واهم مكونات النظرية هي القوانين التي تحتويها .

والنظرية نظام متكامل نسبيا من المعارف ، يتطور بتطور المعرفة . وتتطور النظرية باستيعابها للحقائق التجريبية الجديدة ، والمفاهيم المعبرة عن هذه الحقائق . وبذلك تصبح النظرية اكثر دقة .

يعتبر اينشتاين النظريات الفيزياوية «محاولات لتكوين صورة عن العالم واقامة رابطة بين هذه الصورة وعالم الاحساسات »(١) .

يمتد المجال الذي تعمل فيه اية نظرية على تعدد الظواهر التي تستطيع النظرية تفسيرها . ويحدث احيانا ان يمتد مجال احدى النظريات بحيث يشمل ظواهر جديدة لم تقصدها النظرية عند بدء تكوينها . مثال ذلك نظرية ماكسويل الكهربائية ـ المغناطيسية التي استطاعت ان تحتوي علم الضوء الكلاسيكي .

الاسس الفلسفية التي تعتمد عليها اية نظرية فيزياوية (والتي غالبا ما لا يصرح بها) هي :

أ ـ وجود العالم الموضوعي ، مستقلا عن وعينا .

ب ـ سببية العمليات في الطبيعة ، واستبعاد القوى فوق الطبيعية في تفسير هذه العمليات .

جـ ـ ان العمليات الطبيعية تجري حسب قوانين ، أي حسب روابط عامة ضرورية ، جوهرية .

د ـ ان العالم وقوانينه يمكن معرفته ، فقوانين العمليات الطبيعية يمكن اكتشافها ، كما يمكن صياغة نظريات لتفسيرها ، وان هذه النظريات ليس لها صحة مطلقة ابدية ، بل تقترب من الحقيقة الموضوعية بتقدم العلم .

الطريق الذي تقطعه النظرية الفيزياوية في نشوئها وتطورها وانحلالها المحتمل يتم بالمراحل التالية :ـ

أ ـ اكتشاف القوانين التي تخضع لها ظواهر الطبيعة في مجال من المجالات .

ب ـ افتراض فرضيات قليلة ما امكن ، من اجل بناء النظرية التي تفسر تلك الظواهر .

جـ ـ بناء النظرية رياضيا على اساس هذه الفرضيات بحيث يمكن التوصل الى القوانين المكتشفة بصورة منطقية . وبهذا « تفسر » النظرية الظواهر الطبيعية المعروفة .

د ـ اشتقاق بعض الاستنتاجات من النظرية ، بحيث يمكن التثبت منها تجريبيا . فان ايدت التجربة هذه الاستنتاجات كان ذلك تاييدا لصحة النظرية نفسها .

هـ ـ ان لم تؤيد التجربة تلك الاستنتاجات ، او ان اكتشفت ظواهر جديدة لا تستطيع النظرية « تفسيرها » نشات ازمة في الفيزياء . وغالبا ما تبذل بعض المحاولات لانقاذ النظرية القديمة بادخال بعض التغييرات والتحويرات ، بعض «الاصلاحات» عليها (مثال ذلك محاولات لورنتس لانقاذ الاثير) . فان تراكمت الخلافات مع النظرية القديمة ، فلا يفيد عندئذ اي « اصلاح » وبهذا تحل نهاية النظرية .

و ـ عندئذ يجب صياغة نظرية جديدة تستطيع تفسير الحقائق الفيزياوية ، القديمة منها والجديدة . ولكن لا ترمي النظرية القديمة عرض الحائط باعتبارها خاطئة ، بل تعتبر حالة خاصة من النظرية الجديدة . كما يعتبر مثلا ميكانيك نيوتن حالة خاصة من الميكانيك النسبي .

ان تطور الفيزياء ، وكل العلوم الاخرى ، يجري بواسطة الجهود المبذولة للتغلب على الازمة اي التناقض الذي يحصل بين توقعات النظرية والحقائق التجريبية . ونستطيع ان نقول ان القانون الرئيسي لتطور الفيزياء ينطبق على قانون التطور العام لنشوء التناقضات والتغلب عليها ، علما بانه في كل مرحلة جديدة من مراحل التطور تنشأ تناقضات جديدة . ان حل معضلات الفيزياء ، التغلب على التناقضات النظرية ، يجلب معه معضلات اعمق واصعب حلا . وتزداد المعضلات والمصاعب كلما توسعت المعلومات الفيزياوية وتعمقت . هنا يكمن الدافع الدائم لتطور الفيزياء المستمر .

ليس هنالك نظرية فيزياوية تدعي لنفسها الصحة المطلقة الابدية . ولكل نظرية صحة نسبية . ويتقدم الفيزياء تتقرب النظريات والافكار الفيزياوية من الحقيقة المطلقة .

ومهما كان نجاح احدى النظريات الفيزياوية كبيرا ، تكفي حقيقة تجريبية واحدة تختلف مع استنتاجات النظرية لدحض تلك النظرية . ولكن رغم فشل هذه فانها لا تعتبر خاطئة تماما وغير مفيدة ، لانها كانت تستطيع ان تفسر العديد من الحقائق التجريبية الفيزياوية .

يحدث احيانا ان « نظريتين » مختلفتين تستطيعان تفسير نفس الحقائق التجربية . مثال ذلك نظرية الضوء الموجية (هيجنز) والدقائقية (نيوتن) في القرنين السابع عشر والثامن عشر . مثل هذه « النظريات » التي لا يمكن البت في صحة احداها او خطأها تجربيا ، تبقى في مرحلة الافتراض hypothesis . ولا يحق لهذا الافتراض ان يتخذ صفة النظرية العلمية المبرهن عليها الا حينما يؤيد بحقائق عملية جديدة يستطيع تفسيرها ، او تستنتج منه نتائج تثبت صحتها بالتجربة .

التصور ـ الموديل ـ التجريد

عند الحديث عن الفيزياء الحديثة تنعت هذه غالبا بأنها لا تقدم وصفا للطبيعة يسهل تصوره . ويتحدث بعض الفيزياويين عن التراجع الواعي المتقصد عن تصور الحدث الطبيعي .

ان ذلك يرجع الى حقيقة ان الكثير من افكار الفيزياء الحديثة ومفاهيمها لا تتفق مع تصوراتنا الاعتيادية الكلاسيكية . فمفاهيم مثل كوانتية الطاقة والزخم الدوراني ، وعلاقة اللا دقة ، وتحول المادة المتثاقلة الى اشعاع (الفناء الزوجي) وبالعكس (التولد الزوجي) ، وتغير المسافات والزمن تبعا لسرعة المرجع ، وتحدب الفضاء ، وغيرها لا يمكن

تصورها كلاسيكيا . ان تطور الفيزياء قد أبان بوضوح أن ليس بمقدور الفيزياء الكلاسيكية تفسير العمليات الجارية في العالم الصغير وفي العالم الكبير ذي الابعاد الكونية . ولهذا وجب وضع فيزياء جديدة بمفاهيم جديدة لتفسير تلك العمليات .

يجرى الحديث احيانا عن الاتيان بـ « افكار مخبولة » الى الفيزياء . ويمكن القول ان هذه الافكار مخبولة ومعقولة في آن واحد : فهي « مخبولة » لانها لا تتفق مع تصوراتنا اليومية التي اعتدنا عليها ومنحناها الصحة باطمئنان ، وهي معقولة لانها تفسر الحقائق الفيزياوية العملية تفسيرا جيدا ، وهو ما لا تستطيعه المفاهيم القديمة . ان واجب الفيزياء كشف قوانين الطبيعة بصرف النظر عما اذا كانت المفاهيم التي تعبر بها هذه القوانين اعتيادية بالنسبة لنا ام غير اعتيادية . ان الظواهر المكرسكوبية والكونية وعلاقاتها وتفاعلاتها المتبادلة معقدة جدا الى درجة اننا لا نستطيع استيعابها بتصوراتنا الاعتيادية الكلاسيكية ، وهي لا يمكن الكشف عنها واستيعابها الا بافكار ومفاهيم « ثورية » ليس من السهل تصورها في بعض الاحيان . وبهذا الصدد قال ماكس بورن : ان الميكانيك الكوانتي « يتطلب ، الى جانب المعرفة بصياغته الرياضية المعقدة ، موقفا فلسفيا معينا ، هو الاستعداد للتضحية بالمفاهيم

العتيقة وتبني مفاهيم جديدة »(٢) . وتعرض هايزنبرك لنفس الموضوع مؤكدا على وجوب التخلي عن اشتراط امكانية التصور في النظرية مقابل احتوائها على مقادير يمكن قياسها عمليا . واشار اينشتاين الى ضرورة نبذ مفاهيم كالسرعة المطلقة والتواقت المطلق وغيرهما ، وصاغ رأيه عن المفاهيم الفيزياوية حيث قال « لا يوجد في الفيزياء مفهوم يلزم استعماله بصورة ضرورية مسبقة . ولا يحوز مفهوم من المفاهيم على حق الوجود الا بارتباطه الواضح مع الخبر والحقائق التجربية الفيزياوية»(٣).

ان الاهمية الفلسفية للافكار « المخبولة » تكمن في انها تؤيد مقولة كون افكارنا ، بما فيها الافكار العلمية، انعكاس مقرب عن الواقع الموضوعي، وان هذا الانعكاس يزداد دقة وصحة بتطور العلم . ولا يقتصر دور «الافكار المخبولة» على تطوير افكارنا الفيزياوية فحسب ، بل هي تساهم ايضا في تطوير نظرتنا للعالم .

بالرغم من ان تصور مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية اسهل من تصور مفاهيم الفيزياء الحديثة ، فأن ذلك لا يعني ان المفاهيم الكلاسيكية تعكس العمليات الجارية في الطبيعة احسن وادق من المفاهيم الحديثة . فالاشياء الكلاسيكية (النقاط الكتلية مثلا) مبسطة جدا ، بينما الاشياء في الفيزياء

الحديثة (الدقائق الاولية) معقدة في بنائها وعلاقاتها، وبهذا تمتاز الفيزياء الحديثة على القديمة بكونها اعمق سبرا للطبيعة .

امكانية التصور عملية جدلية تعتمد على مستوى المعرفة التاريخي للمجتمع وعلى الفرد ايضا، وتتطور بتطور المعرفة . ان ما يعتبر اليوم « فكرة مخبولة » يصبح غدا ، بعد تطور المعارف الفيزياوية والفلسفية ، امرا اعتياديا .

ويرتبط التصور بتكوين « **الموديل** » ، النموذج . ويخدم الموديل لتوضيح العمليات ، ولا سيما المعقدة منها ، وتسهيل تصورها ، وبذلك يساهم في دراسة الشيء الذي جاء لتصويره وفحص صحة النظرية التي بنى عليها . ومن الطبيعي ان الاشياء والعمليات الفيزياوية وعلاقاتها اعقد من موديلاتها . وتنقل الاستنتاجات من الموديل الى الجسم الاصلي او العملية الطبيعية بالمقارنة .

من الامثلة على الموديلات في الفيزياء الحديثة : موديل بور للذرة ، وموديل تومسون ، ومختلف موديلات نواة الذرة ، وموديلات الكون .

الموديل صورة ، فكرية او مادية ، لجسم او عملية او علاقة ، يستخدم لتوضيحها وتسهيل تصورها ودراستها بالمقارنة .

رغم الخسارة الحاصلة في التصور في الحياة العادية ، لا تفقد الأنساق والمفاهيم الفيزيائية دلالتها لنا بالخبرة الحسية ، ولو أنها تتسع أكثر تجريدا ، فهي تعكس الحقيقة الموضوعية بدقة وعمق وأكثر من الخبرة الحسية البسيطة .

تتألف عملية **التجريد** من سلسلة أعمال فكرية حيث يتم ما هو غير جوهري من صفات الشيء وعلاقاته ، وتبرز صفات وعلاقات ومعالم أخرى منه باعتبارها جوهرية . ونتيجة لعملية التجريد تنشأ مفاهيم تعكس جوهر الشيء . عدد المفاهيم قد تكون بعيدة عن الإحساس المباشر بالشيء ، الا أنها رغم ذلك تعكس الواقع الموضوعي بدرجة أعمق وأشمل مما يعكسه هذا الإحساس . ان تجريدات مثل : المادة ، القانون الطبيعي ، التوصيل الكهربائي ، المورثة ، الوراثة ، وكل التجريدات العلمية تعكس الطبيعة بدرجة أعمق وأشمل ، رغم بعد بعضها عن الحس المباشر . وقد ذهب اينشتاين وهايزنبرك الى ان الفيزياء الحديثة تستوعب جيدا طبيعة الظواهر الموضوعية بواسطة التجريدات الرياضية .

تصبح التجريدات ضرورية ومهمة حينما يكون لها اساس في خواص الواقع الموضوعي وعلاقاته ، والا فانها تتحول الى « تجريدات فارغة » ، مجرد تأملات ، لاتطابق شيئا واقعيا .

ـ الهوامش ـ

ـ الفصـــل الارل ـ

1. H. v. Helmholtz, Populärwissenschaftlische Vorträge, Heft I, Braunschweig 1865, S. 7.
2. F. Engels, Dialektik der Natur, Berlin 1973, S. 202.
3. W. I. Lwow, Albert Einstein-Leben und Werk, Leipzig 1957, S. 99.
4. W. Heisenberg, Physik und philosophie, Berlin 1959, S. 113.
5. C. F. v. Weizsäcker, Zum Weltbild der Physik, Stuttgart 1958, S. 80.
6. M. Born, Physik im Wandel meiner Zeit, Braunschweig 1959, S. 36.
7. M. Born, Physik und Politik, Göttingen 1960, S. 44.

ـ الفصـــل الثاني ـ

1. I. Newton, Opticks, London 1704, Qu. 31.
2. W. Heisenberg, Wandlungen in der Grundlagen der Naturwissenchaft, Leipzig 1945, S. 108.

ـ الفصـــل الثالث ـ

1. F. Exner, Vorlesungen über die physikalischen Grundlagen der Naturwissneschaften, Wien 1910, S. 701.
2. M. Born, Physik im Wandel meiner Zeit, Braunschweig 1957, S. 49.
3. M. Planck, Wege zur physikalischen Erkenntnis, Leipzig 1944, S. 64.
4. E. Mach, Erkenntnis und Irrtum, Leipzig 1917, S. 283.
5. P. S. Laplace, Philosophischer Versuch über die Wahrscheinlichkeit, Leipzig 1932, S. 1f.
6. E. Mach, Die Mechanik in ihrer Entwicklung, Wien 1904, S. 524.
7. C.W.F. Hegel, Wissenschaft der Logik, 1. Teil, S. 141.
8. B. Spinoza, Ethik, Leipzig 1949, S. 31.

ـ الفصل الرابع ـ

1. P. Jordan, Das Bild der modernen Physik, Berlin 1957, S. 45.
2. W. Heisenberg, Zeitschrift für Physik, 43 (1927) S. 197.

١. W. Heisenberg, Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft, S. 57.

٢. W. Heisenberg, Ebenda, S. 57.

٣. W. Heisenberg, Ebenda, S. 58.

٤. W. Heisenberg, Naturbeschreibung und Naturerkennung heute, Berlin 1953, S. 32.

٥. M. Born, Physik und Politik, Göttingen 1960, S. 8.

٦. M. Born, Physik im Wandel meiner Zeit, Braunschweig 1956, S. 101.

٧. M. Born, Ebenda, S. 101.

٨. M. Born, Ebenda, S. 170.

٩. [illegible] S. 194.

١٠. [illegible] Ebenda.

١١. [illegible] M. Born, Physik im Wandel meiner Zeit, [illegible]

١٢. [illegible] über Grundbegriffe in Louis de Broglie und die Physiker Hamburg 1955, S. 12.

١٣. [illegible] S. 194.

ـ الفصل السادس ـ

1. Enstein/ Infeld, Die Evolution der Physik, Hamburg, 1970, S. 193.
2. M. Born, Physik im Wandel meiner Zeit, Braunschweig 1959, S. 143.
3. A. Einstein, Briefe an Maurice Solovine, Berlin 1960, S. 20.

الفهرست

٣ المقدمة

٥ الفصل الاول : الفيزياء والفلسفة
علاقة الفلسفة بالفيزياء والعلوم الطبيعية الاخرى ٥ ـ الفيزياويون المعاصرون والفلسفة ١٠ .

١٨ الفصل الثاني : المادة في الفيزياء والفلسفة
تطور مفهوم المادة ١٨ ـ المجال ٢٧ ـ الكتلة ٣٠ ـ الدقائق الاولية ٣٣ .

٣٧ الفصل الثالث : بعض الروابط الموضوعية المتعلقة بالفيزياء
القانون ٣٧ ـ القوانين الديناميكية والاحصائية ٤٠ ـ الميكانيك الكوانتي والتفسير الاحصائي للدالة الموجية ٤٢ ـ علاقة القوانين الديناميكية بالقوانين الاحصائية ٤٤ ـ الحتمية ٤٨ (الحتمية الميكانيكية ٤٩ ـ افول المادية الميكانيكية والحتمية المكانكة ٥٢ ـ الحتمية الجدلية ٥٤) ـ السببية ٥٦ ـ الصدفة ٦٣ ـ التنبؤ العلمي ٦٧ ـ

٧١ الفصل الرابع : المسائل الفلسفية في في النظرية الكوانتية .

بعض التحقيق الفيزيائية ٧١ : نقد الكلاسيكية ٧١ ـ فشل الفيزياء الكلاسيكية في العالم الصغير / نظرية الدقيقة ـ الموجة ٧٢ ـ التفريد الكوانتية ٧٤ ـ علاقة اللادقة ٧٣ ـ مسائل نظرية معرفية متعلقة بالميكانيك الكوانتي ٧٧ ـ (مبدأ التطابق ٧٧ ـ مبدأ التكميلية ٧٩ ـ مبدأ التحديد ٨٠) ـ مدرسة كوبنهاغن ومعارضوها ٨٢ .

٩٧ الفصل الخامس : المسائل الفلسفية في نظرية النسبية

نظرية النسبية ٩٧ ـ الفضاء والزمان : فيزيائيا ١٠٢ : الفضاء والزمان في نظرية النسبية الخاصة ١٠٣ ـ نقد منكوفسكي ١٠٨ ـ الفضاء والزمان في نظرية النسبية العامة ١١٧ ـ الفضاء والمادة في نظرية المجال الموحد والجيومترودينامية ١١٠ : ـ نسبية ١١٣ ـ الكون واللانهائية ١٢١ .

١٣٢ الفصل السادس : مسائل معرفية في الفيزياء

النظرية الفيزيائية ١٣٢ ـ التصور والموديل والتجريد ١٣٦ .

صدر من الموسوعة الصغيرة :

١ ـ العرب والحضارة الاوربية د . فيصل السامر

رقم الايداع في المكتبة الوطنية ببغداد
٨٦٠ لسنة ١٩٧٧

دار الحرية للطباعة ـ بغداد ١٣٩٧ هـ ١٩٧٧ م